



PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599

# PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CANGKANG KERANG DAN *FLY ASH* PADA BINDER GEOPOLIMER

FREIZNA SEPVITA RESTU  
NRP. 3115 040 608

Dosen Pembimbing I  
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D

Dosen Pembimbing II  
Ir. Boedi Wibowo, CES

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG  
Jurusan Bangunan Gedung  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599**

# **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CANGKANG KERANG DAN *FLY ASH* PADA BINDER GEOPOLIMER**

**FREIZNA SEPVITA RESTU**  
**NRP. 3115 040 608**

**Dosen Pembimbing I**  
**Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D**

**Dosen Pembimbing II**  
**Ir. Boedi Wibowo, CES**

**PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG**  
**Jurusan Bangunan Gedung**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**FINAL PROJECT APPLIED RC-096599**

# **THE EFFECT OF USING WASTE SHELLS AND *FLY ASH* IN GEOPOLYMER BINDER**

**FREIZNA SEPVITA RESTU**  
**NRP. 3115 040 608**

**Supervisor I**  
**Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D**

**Supervisor II**  
**Ir. Boedi Wibowo, CES**

**DIPLOMA IV PROGRAM of CIVIL ENGINEERING EXTENSION**  
**Structure Building Department**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CANGKANG KERANG DAN FLY ASH PADA BINDER GEOPOLIMER

#### PROYEK AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan  
Pada

Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



**FREIZNA SEPVITA RESTU**  
**NRP. 3115 040 608**

Disetujui oleh

Pembimbing I



Pembimbing II

23 JAN 2017



**Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D.**  
**NIP. 19730710 199802 1 002**

**Ir. Boedi Wibowo, CES**  
**NIP. 19530424 198203 1 002**

SURABAYA, 18 JANUARI 2017

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM LANJUT JENJANG DIPLOMA IV  
TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda :  
080073/IT2.3.1.1/PP.05.01/2016  
Tanggal : 10 Januari 2017

Judul Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan	Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang dan Fly Ash pada Binder Geopolimer		
Nama Mahasiswa	Freizna Sepvita Restu	NRP	3115040608
Dosen Pembimbing 1	Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD NIP 19730710 199802 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Boedi Wibowo, CES NIP 19530424 198203 1 002	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
	Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, PhD. NIP 19630726 198903 1 003
- Literatur banyak ditambah peris di tambahkan y dasar penelitian ini - Perbandingan standar perisaki & permesaltly dy Semen pasta kedaki - pengelasan kode "8-05"	
	Nur Achmad Husin, ST. MT NIP 19720115 199802 1 001
	- NIP -
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, PhD. NIP 19630726	Nur Achmad Husin, ST. MT NIP 19720115			Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD NIP 19730710 199802 1 002	Ir. Boedi Wibowo, CES NIP 19530424 198203 1 002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Freizna Sepvita Restu 2  
**NRP** : 1 3115 040 608 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang dan Fly Ash Pada Binder Geopolimer  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ridho Bayuaji, ST, MT, PhD  
 2. Ir Boedi Wibowo, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	17 - 3 - 2016	- Cari standar-standar geopolimer				
		- Volume limbah diperhitungkan				
		- Mekanisme menjadi limbah		B	C	K
		- Peneliti terdahulu		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Dokumentasi				
2.	23 - 3 - 2016	- Mencari perbedaan beton normal & geopolimer		B	C	K
		- Keunggulan & kelemahan masing-masing variabel.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Buat resume masing-masing variabel				
3.	21 - 4 - 2016	- Mencari komposisi atau kadar penggantian variabel binder geopolimer		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	2 - 5 - 2016	- Klasifikasi variabel		B	C	K
		- Dijelaskan fungsi-fungsi aktivator		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	3 - 5 - 2016	- Buat perbandingan antara fly ash dan variabel 50% + 50% serta variabel 100% dan fly ash 100%				
		- Pengujian ditambah untuk permeability		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Tertambat dari jadwal





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Freizna Sepulita Restu 2  
**NRP** : 1 3115040602 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang dan Fly Ash pada Binder Geopolimer.  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ridho Bayuaji, ST, MT, PhD  
 2. Ir. Boedi Wibowo, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6.	18 Mei 2016	- Mencari literatur dengan suhu yang optimum				
		- Bentuk dan ukuran binder geopolimer		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cari standar hari pengujian dan jumlah benda uji.				
7.	30 Mei 2016	- Benda uji UPV dan Permeabilitas kubus 15x15x15 cm		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Pengujian dilakukan pada umur 3, 28, 56 hari				
		- Benda uji settingtime, Porositas dan kuat tekan silinder 20x40 mm.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Jumlah benda uji untuk setiap pengujian sebanyak 6 buah.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	27 Juli 2016	- follow up bakton ash dan fly ash paiton agar segera diambil bahannya.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	19 Agustus 2016	- Buat surat untuk cv (tempat furnace)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- lampirkan proses pembakaran				

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal



# KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

## ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

**Nama** : 1 Freizna Sepvita Restu 2  
**NRP** : 1 3115 040 608 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh penggunaan Limbah cangkrang kerang dan Fly Ash pada binder Geopolimer  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD.  
 2. Ir. Boedi Wibowo, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
10.	23 - 8 - 2016	- Cari literatur suhu yang sesuai dengan komposisi pasta				
		- Uji kuat tekan Koordinasi dengan lab S1, dikarenakan alat di diploma tidak terbaca dengan baik		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cari tempat untuk uji BET				
11		- Fokus untuk buat binder 100% FA dan kerang terlebih dahulu.		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Jika sudah selesai binder 100% kemudian buat binder 50% Fly Ash + serbuk kerang		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	2 - 12 - 2016	- Material dengan partikel bulat bereaksi dengan cepat, maka digunakan material yang partikelnya tidak bulat.				
				B	C	K
		- BAB IV → Analisa dan Diskusi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- BAB V → Kesimpulan				
		- Tetap uji BET				
13	6 - 12 - 2016	- Perbaiki metodologi penelitian		B	C	K
		- Tanggapan kepada Pembimbing I		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Untuk pengambilan kesimpulan				

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal



# KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

## ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

: 1. Freizna Sepvita Restu 2

NRP

: 1. 3115 040 608 2

Judul Tugas Akhir

: Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkrang kerang dan Fly Ash Pada Binder Geopolimer.

Dosen Pembimbing

: 1. Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D.  
2. Ir. Boedi Wibowo, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
		Uji Kuat tekan jika Sari 3 benda				
		Uji memilih range Kuat tekan yang berbeda		B	C	K
14.	06-Des-2016	BAB IV → Analisa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tampilkan hasil Sari Setiap Pengujian				
		- Distribusi, tampilkan Grafik Korelasi antar pengujian		B	C	K
		- Pengecekan suhu ruang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Buat tambahan komposisi binder 75% FA, 25% SK dan sebaliknya umur 3 hari untuk		B	C	K
		Uji Kuat tekan		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	05-Jan-2017	- Perbaiki latar belakang PPT				
		- Tidak ada korelasi setting time		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal
- C = Sesuai dengan jadwal
- K = Terlambat dari jadwal



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir terapan dengan judul ***“Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang dan Fly Ash pada Binder Geopolimer”*** sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST) pada program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan proyek akhir terapan ini, penulis mendapatkan banyak doa, bantuan, dan dukungan moral serta materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan sekaligus pengatur kehidupan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai
2. Kedua Orang Tua, yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan dukungan kepada penulis
3. Bapak Dr. Machsus, ST. MT selaku Kepala Prodi Jurusan Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS
4. Bapak Afif Navir Refani ST. MT selaku dosen wali
5. Bapak.Ridho Bayuaji,ST.,MT,. PhD dan Bapak Ir. Boedi Wibowo, CES selaku dosen pembimbing
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya
7. Staf Laboratorium Uji Material dan Laboratorium Uji Bahan Jalan Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya
8. Staf Laboratorium Energi ITS Surabaya
9. PT. PJB UP Paiton
10. PT. Semen Indonesia- Gresik
11. Serta semua pihak dan teman-teman yang telah membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tak lepas dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, besar harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan faedah dan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

## **PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CANGKANG KERANG DAN FLY ASH PADA BINDER GEOPOLIMER**

Nama Mahasiswa : Freizna Sepvita Restu  
NRP : 3115 040 608  
Jurusan : Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang  
FTSP – ITS  
Dosen Pembimbing : 1. Ridho Bayuaji, ST., MT., P.hD  
2. Ir. Boedi Wibowo, CES

### **Abstrak**

Bahan geopolimer ialah suatu bahan inorganik yang terdiri dari silikat (Si) dan alumunium (Al) sebagai material utama serta reaktan alkalin untuk pengikat. Sejauh ini bahan dasar yang digunakan untuk membuat beton geopolimer adalah *fly ash*. Selama ini limbah cangkang kerang semakin menumpuk di pesisir pantai dan hanya dimanfaatkan sebagai hasil kerajinan, atau bahkan sebagai campuran pakan ternak. Cangkang kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan*, yaitu mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silika sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku beton alternatif. Maka dari itu digunakan alternatif dengan menggunakan limbah organik untuk meminimalisir penggunaan *fly ash* pada geopolimer.

Pada penelitian ini telah dibuat binder 2,5x5cm untuk pengujian porositas dan kuat tekan serta kubus 15x15x5cm untuk pengujian *setting time*, *UPV*, dan *permeability* dengan komposisi 100% serbuk kerang, 100% *fly ash* dan 50% *fly ash*+50% dengan bahan pengikat NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 3 hari, 28 hari, dan 56 hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk kerang mengandung CaO 97.59%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.29%, SiO<sub>2</sub> 1.12%, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.39%. Komposisi 100% serbuk kerang memiliki *workability* yang cukup baik, *setting time* yang cepat dikarenakan kadar CaO

yang tinggi serta kuat tekan meningkat terhadap umur tetapi masih di bawah rendah dan berlaku sebaliknya pada komposisi 100% *fly ash*. Sedangkan komposisi 50% *fly ash*+50% serbuk kerang memiliki kuat tekan yang tinggi. Penggunaan 100% serbuk kerang belum efektif untuk geopolimer dan komposisi 50% *fly ash*+50% serbuk kerang cukup efektif untuk binder geopolimer dan dapat meminimalisir penggunaan *fly ash*.

**Kata kunci : *Fly Ash*;Geopolimer;Limbah cangkang kerang**



## THE EFFECT OF USING WASTE SHELLS AND FLY ASH IN GEOPOLYMER BINDER

Name of Student : Freizna Sepvita Restu  
Reg. Number : 3115 040 608  
Department : Diploma IV Civil Engineering  
Extention FTSP – ITS  
Supervisor : 1. Ridho Bayuaji, ST., MT., P.hD  
2. Ir. Boedi Wibowo, CES

### ***Abstract***

Geopolymer material is an inorganic material consisting of silicate (Si) and aluminum (Al) as the main material for the fastener and alkaline reactant. So far the basic material used to make geopolymer concrete is fly ash. During this waste the shell of a clam the piled up in parts of the coast and is only used as handicrafts , or even as a mixture of fodder .The shell of a clam containing a chemical compound that is pozzolan , that is, containing a calx ( CaO ) , alumina and compound silica and it is potential to to used as raw materials for concrete alternative .Therefore used an alternative to use waste organic to minimize the use of fly ash in geopolymer.

In this study has been made binders 2,5x5cm for testing porosity and compressive strength and cube 15x15x5cm for testing setting time , upv , and permeability with the composition of 100 % the shells , 100 % fly ash and 50 % fly ash + 50 % with the binder NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Testing objects test done at the age of 3 days , 28 days , and 56 days.

The results of this study indicate that the shells powder contains 97.59% CaO, 0.29% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 1.12 and 0.39% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Composition 100% powder shells have a pretty good workability, setting a quick time due to the high CaO content and compressive strength increased to age but still below the low and vice-versa on the composition of a 100% fly ash. While the composition of 50% + 50% fly ash dust shells have a high compressive strength. The

use of 100% powder shells have not been effective for geopolymer and composition of 50% fly ash + 50% powder shells effective enough to geopolymer binder and to minimize the use of fly ash.

**Keywords: Fly Ash; Geopolymer; waste shells.**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vii
<i>Abstract</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR GRAFIK .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Geopolimer .....	5
2.2    Limbah Cangkang Kerang .....	5
2.3 <i>Fly Ash</i> .....	6
2.3.1    Sifat-sifat <i>Fly Ash</i> .....	7
2.3.2    Klasifikasi Jenis <i>Fly Ash</i> .....	9

2.4	<i>Alkali Activator</i> (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida) .....	10
2.4.1	Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) .....	10
2.4.2	Sodium Hidroksida (NaOH) .....	11
2.5	Curing .....	12
2.6	Pengujian .....	12
2.6.1	<i>Setting Time</i> ( Pengaturan waktu vicat) .....	12
2.6.2	Porositas .....	13
2.6.3	Kuat Tekan .....	14
2.6.4	<i>UPV (Ultrasonic Pulse Velocity)</i> .....	14
2.6.5	<i>Permeability</i> .....	15
2.6.6	SEM – EDX (Scanning Electron Microscope) .....	16
2.6.7	XRF (X-Ray Fluoresence) .....	16
2.6.8	XRD (X-Ray Difrraction) .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		19
3.1	Studi Literatur .....	20
3.2	Persiapan Bahan dan Praktikum di Laboratorium .....	21
3.2.1	Limbah Cangkang Kerang .....	21
3.2.2	<i>Fly Ash</i> .....	22
3.2.3	Uji Komposisi Serbuk Kerang dan <i>Fly ash</i> .....	23
3.2.4	Alkali Aktivator.....	23
3.3	Mix Desain Benda uji Geopolimer.....	24
3.3.1	Silinder 2,5 x 5 cm.....	24
3.3.2	Kubus 15 x 15 x 5 cm.....	25
3.4	Pembuatan Benda uji Geopolimer.....	26

3.5	Metode Pembuatan Benda Uji.....	27
3.6	Uji Setting Time.....	32
3.7	Uji Porositas.....	33
3.8	Uji Kuat Tekan.....	34
3.9	Uji UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) .....	35
3.10	Uji Permeability .....	36
BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA .....		39
4.1	Umum .....	39
4.2	Hasil Pemeriksaan Material .....	39
4.2.1	Serbuk Kerang .....	39
4.2.2	<i>Fly Ash</i> .....	41
4.2.3	Hasil Uji Setting Time .....	43
4.2.4	Hasil Uji Porositas .....	49
4.2.5	Hasil Uji Kuat Tekan.....	55
4.2.6	Hasil Uji <i>UPV (Ultrasonic Pulse Velocity)</i> .....	61
4.2.7	Hasil Uji <i>Permeability</i> .....	67
4.3	Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, <i>UPV</i> , dan <i>Permeability</i> .....	73
4.3.1	Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, <i>UPV</i> , dan <i>Permeability</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	73
4.3.2	Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, <i>UPV</i> , dan <i>Permeability</i> 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5) .....	76
4.3.3	Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, <i>UPV</i> , dan <i>Permeability</i> 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5) .....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		83

5.1	Kesimpulan .....	83
5.2	Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA .....		85
LAMPIRAN.....		89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Cangkang Kerang Bulu .....	6
Gambar 2. 2	Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) .....	11
Gambar 2. 3	Sodium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) .....	12
Gambar 3. 1	Diagram Alir Metodologi Penelitian (1).....	19
Gambar 3. 2	Diagram Alir Metodologi Penelitian (2).....	20
Gambar 3. 3	Pengukuran Suhu dengan Termometer Inframerah . .....	21
Gambar 3. 4	Parameter Suhu Pembakaran .....	22
Gambar 3. 5	Memasukkan <i>Fly Ash</i> atau Serbuk Kerang Kedalam Mixer.....	31
Gambar 3. 6	Memasukkan Alkali Aktivator .....	31
Gambar 3. 7	Memasukkan Adonan Kedalam Bekisting.....	32
Gambar 3. 8	<i>Curing</i> Binder Geopolimer.....	32
Gambar 3. 9	Uji <i>Setting Time</i> .....	33
Gambar 3. 10	Uji Porositas .....	34
Gambar 3. 11	Alat Uji Kuat Tekan .....	35
Gambar 3. 12	Alat Uji <i>UPV</i> .....	36
Gambar 3. 13	Uji <i>Permeability</i> .....	37
Gambar 4. 1	Analisa <i>SEM – EDX</i> Serbuk Kerang.....	40
Gambar 4. 2	Unsur Senyawa pada Serbuk Kerang pada Uji <i>SEM-EDX</i> .....	40
Gambar 4. 3	Unsur Senyawa Serbuk Kerang pada Uji <i>XRF</i> ....	41
Gambar 4. 4	Analisa <i>SEM – EDX Fly Ash</i> .....	42
Gambar 4. 5	Unsur Senyawa pada <i>Fly Ash</i> pada Uji <i>SEM-EDX</i> .. .....	42
Gambar 4. 6	Unsur Senyawa <i>Fly Ash</i> pada Uji <i>XRF</i> .....	43

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1	<i>Setting Time</i> 100% Serbuk Kerang .....	47
Grafik 4. 2	<i>Setting Time</i> 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang ....	47
Grafik 4. 3	<i>Setting Time</i> 100% <i>Fly Ash</i> .....	48
Grafik 4. 4	Hasil <i>Final Setting Time</i> Keseluruhan.....	48
Grafik 4. 5	Porositas 100% Serbuk Kerang (BF 8-0,5) .....	53
Grafik 4. 6	Porositas 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang (BfK8-0,5).....	53
Grafik 4. 7	Porositas 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	54
Grafik 4. 8	Rata-rata Porositas Keseluruhan terhadap Umur Binder .....	54
Grafik 4. 9	Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8–0,5).....	57
Grafik 4. 10	Kuat Tekan 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang (BfK 8-0,5).....	57
Grafik 4. 11	Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	58
Grafik 4. 12	Rata-rata Kuat Tekan Keseluruhan terhadap Umur Binder .....	58
Grafik 4. 13	Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% <i>Fly ash</i> (Bkf8-0,5) dan 75% <i>Fly ash</i> + 25% Serbuk kerang (Bfk 8-0,5) .....	60
Grafik 4. 14	Kuat Tekan Rata-rata Keseluruhan Umur 3 Hari ...	61
Grafik 4. 15	UPV Rata-rata 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)...	65
Grafik 4. 16	UPV Rata-rata 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang.... .....	65
Grafik 4. 17	UPV Rata-rata Kubus 100 % <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5)..... .....	66
Grafik 4. 18	Rata-rata UPV Keseluruhan terhadap Umur Kubus .. .....	66
Grafik 4. 19	<i>Permeability</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5).....	71



Grafik 4. 20 <i>Permeability</i> 50% <i>Fly Ash</i> 50% Serbuk Kerang.....	71
Grafik 4. 21 <i>Permeability</i> Kubus 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	72
Grafik 4. 22 Rata-rata <i>Permeability</i> Keseluruhan terhadap Umur Kubus.....	72
Grafik 4. 23 Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	74
Grafik 4. 24 Hubungan Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	75
Grafik 4. 25 Hubungan Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	76
Grafik 4. 26 Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 50% <i>Fly</i> <i>Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5) .....	77
Grafik 4. 27 Hubungan Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5).....	78
Grafik 4. 28 Hubungan Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 50% <i>Fly</i> <i>Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5) .....	79
Grafik 4. 29 Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> .. .....	80
Grafik 4. 30 Hubungan Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	81
Grafik 4. 31 Hubungan Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 100% <i>Fly</i> <i>Ash</i> .....	82

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang.....	6
Tabel 2. 2	Tabel komposisi kimia <i>fly ash</i> PLTU Paiton.....	7
Tabel 2. 3	Tabel persyaratan kandungan kimia <i>fly ash</i> .....	8
Tabel 2. 4	Tabel susunan sifat fisik <i>fly ash</i> .....	8
Tabel 2. 5	Tabel persyaratan fisik <i>fly ash</i> .....	9
Tabel 2. 6	Klasifikasi Kualitas Binder Berdasarkan Kecepatan Gelombang.....	15
Tabel 2. 7	Klasifikasi Kelas Permukaan Beton .....	16
Tabel 3. 1	Komposisi Variasi Binder Geopolimer .....	27
Tabel 3. 2	Komposisi Variasi Kubus Geopolimer.....	27
Tabel 3. 3	Alat Pembuatan Benda Uji Geopolimer (1).....	28
Tabel 3. 4	Alat Pembuatan Benda Uji Geopolimer (2).....	29
Tabel 3. 5	Bahan Pembuatan Benda Uji Geopolimer .....	30
Tabel 3. 6	Kualitas Permukaan Beton .....	37
Tabel 4. 1	Hasil <i>Setting Time</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5). .....	44
Tabel 4. 2	Hasil <i>Setting Time</i> 50%Fly ash+ 50% serbuk kerang . .....	45
Tabel 4. 3	Hasil <i>Setting Time</i> 100% <i>fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	46
Tabel 4. 4	Rekapitulasi <i>Final Setting Time</i> .....	48
Tabel 4. 5	Hasil Uji Porositas 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	50
Tabel 4. 6	Hasil Uji Porositas 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BKF 8-0,5) .....	51
Tabel 4. 7	Hasil Uji Porositas 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	52
Tabel 4. 8	Rekapitulasi Rata-rata Porositas Keseluruhan.....	54
Tabel 4. 9	Hasil Uji Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8- 0,5).....	55

Tabel 4. 10	Hasil Uji Kuat Tekan 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5).....	56
Tabel 4. 11	Hasil Uji Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5).....	56
Tabel 4. 12	Rekapitulasi Rata-rata Kuat Tekan Keseluruhan....	58
Tabel 4. 13	Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% <i>Fly ash</i> (Bkf 8-0,5).....	59
Tabel 4. 14	Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% <i>Fly ash</i> (Bkf - 0,5).....	60
Tabel 4. 15	Hasil Uji <i>UPV</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) ...	62
Tabel 4. 16	Hasil Uji <i>UPV</i> 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang	63
Tabel 4. 17	Hasil Uji <i>UPV</i> 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5) .....	64
Tabel 4. 18	Rekapitulasi <i>UPV</i> Rata-rata Keseluruhan.....	66
Tabel 4. 19	Hasil Uji <i>Permeability</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5).....	68
Tabel 4. 20	Hasil Uji <i>Permeability</i> 50% <i>Fly Ash</i> + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5).....	69
Tabel 4. 21	Hasil Uji <i>Permeability</i> 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5)...	70
Tabel 4. 22	Rekapitulasi Rata-rata <i>Permeability</i> Keseluruhan..	72
Tabel 4. 23	Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	73
Tabel 4. 24	Rata-rata Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 100% Serbuk Kerang .....	74
Tabel 4. 25	Rata-rata Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5) .....	75
Tabel 4. 26	Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5) .....	76
Tabel 4. 27	Rata-rata Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5).....	77
Tabel 4. 28	Rata-rata Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 50% <i>Fly Ash</i> +50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5) .....	78

Tabel 4. 29 Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8-0,5) .....	79
Tabel 4. 30 Rata-rata Kuat Tekan dan <i>UPV</i> 100% <i>Fly Ash</i> (BF 8- 0,5).....	80
Tabel 4. 31 Rata-rata Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> 100% <i>Fly</i> <i>Ash</i> .....	81

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bahan geopolimer ialah suatu bahan inorganik yang terdiri dari silikat (Si) dan alumunium (Al) sebagai material utama serta reaktan alkalin untuk pengikat. *Fly ash* merupakan limbah dari hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara yang termasuk bahan utama dalam pembuatan beton geopolimer (ASTM C618, 1994). Sejauh ini bahan dasar yang digunakan untuk membuat beton geopolimer adalah *fly ash* (Risdanareni, Triwulan, & Ekaputri, 2014). *Fly ash* adalah bahan limbah dari pembakaran batu bara, yang dikategorikan sebagai limbah B3 (Peraturan Pemerintah No. 85, 1999).

Selama ini limbah cangkang kerang semakin menumpuk di pesisir pantai dan hanya dimanfaatkan sebagai hasil kerajinan, atau bahkan sebagai campuran pakan ternak (www.detik.com, 2016). Cangkang kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan*, yaitu mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silika sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku beton alternatif (Siregar, 2009). Maka dari itu digunakan alternatif dengan menggunakan limbah cangkang kerang untuk mengurangi penggunaan *fly ash* pada geopolimer. Proses *pre-treatment* cangkang kerang yaitu terlebih dahulu dibersihkan, dibakar pada suhu 700°C selama 2 jam dan dihaluskan dengan menggunakan alat mortar (Siregar, 2009).

Dalam penelitian proyek akhir ini digunakan limbah cangkang kerang dari pantai Kenjeran, Surabaya dan *fly ash* dari PLTU Paiton. Penambahan serbuk cangkang kerang pada pembuatan beton *geopolymer* ber-bahan dasar *fly ash* dapat menurunkan *workability* dan menurunkan kuat tekan beton.. Hal ini dibuktikan pada campuran O5 dengan 50% *fly ash* dan 50%

serbuk kerang dengan kuat tekan rata-rata 16,25 MPa, serta penambahan serbuk cangkang kerang menunjukkan dapat mempercepat waktu pengerasan (Liangsari & Wardhono, 2016).

Untuk itu dalam laporan tugas akhir ini, penyusun akan membahas tentang **“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH CANGKANG KERANG DAN *FLY ASH* PADA BINDER GEOPOLIMER”**. Penyusun ingin memanfaatkan limbah cangkang kerang serta campuran *fly ash* dan limbah cangkang kerang sebagai bahan penyusun geopolimer untuk meminimalisir penggunaan *fly ash* pada geopolimer, dan senyawa kimia NaOH dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  sebagai aktivator.

Dengan adanya laporan akhir ini, penyusun berharap bisa memberikan sumbangsih penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat. Kemudian dapat diterapkan dan diteliti lagi lebih lanjut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas didalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakteristik limbah cangkang kerang dan *fly ash* terhadap binder geopolimer ?
- b. Bagaimana pengaruh limbah cangkang kerang dan *fly ash* terhadap *setting time*, *UPV*, *porosity*, *permeability*, dan kuat tekan yang dihasilkan oleh komposisi 100% limbah cangkang kerang, 100% *fly ash* dan 50% *fly ash* + 50% limbah cangkang kerang ?
- c. Apakah limbah cangkang kerang efektif digunakan untuk dapat meminimalisir penggunaan *fly ash* pada geopolimer ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diulas dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan porositas adalah silinder dengan diameter 25 mm dan tinggi 50 mm
- b. Benda uji yang digunakan untuk pengujian *UPV* dan *permeability* adalah kubus 15x15x5 cm
- c. Variasi uji kadar serbuk cangkang kerang dan *fly ash* yang digunakan adalah 100% serbuk cangkang kerang, 100% *fly ash* dan 50% limbah cangkang kerang + 50% *fly ash*.
- d. Uji standar yang dilakukan adalah *setting time*, *UPV*, *porosity*, *permeability* dan kuat tekan pada umur 3 hari, 28 hari, dan 56 hari.
- e. Perawatan pasta dilakukan pada suhu ruang.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Mengetahui karakteristik limbah cangkang kerang dan *fly ash* terhadap binder geopolimer.
- b. Mengetahui pengaruh limbah cangkang kerang dan *fly ash* terhadap *setting time*, *UPV*, *porosity*, *permeability*, dan kuat tekan yang dihasilkan oleh komposisi 100% limbah cangkang kerang, 100% *fly ash* dan 50% *fly ash* + 50% limbah cangkang kerang.
- c. Mengetahui efektifitas limbah cangkang kerang untuk dapat meminimalisir penggunaan *fly ash* pada geopolimer.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Memberikan alternatif cangkang kerang sebagai bahan utama pada geopolimer dengan meminimalisir penggunaan *fly ash*.
- b. Mengurangi dampak lingkungan dari limbah cangkang kerang dengan cara memanfaatkan limbah tersebut sebagai salah satu bahan pengikat dalam produksi bahan bangunan.
- c. Mengurangi masalah atas ketergantungan penggunaan *fly ash* dengan cara memanfaatkan limbah cangkang kerang yang semakin menumpuk di pesisir pantai.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geopolimer**

Geopolimer merupakan bahan pengikat yang berasal dari bahan alami dan mengalami reaksi polimerisasi dalam proses pengerasannya. Material alami yang diutamakan sebagai pengganti semen ini adalah material yang memiliki kandungan oksida silika dan alumina tinggi (Davidovits, 1994). Kebutuhan akan tingginya kandungan oksida silika dan alumina disebabkan karena oksida ini merupakan bahan utama yang akan mengalami proses polimerisasi yang menghasilkan binder atau pengikat dalam beton geopolimer.

#### **2.2 Limbah Cangkang Kerang**

Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan yaitu mengandung zat kapur (CaO), Alumina dan silika sehingga dengan harapan bahwa kulit kerang dapat meningkatkan karakteristik beton. Proses *pre-treatment* cangkang kerang yaitu terlebih dahulu dibersihkan, dibakar pada suhu 700°C selama 2 jam dan dihaluskan dengan menggunakan alat mortar sehingga dihasilkan serbuk sebagai substitusi semen, Penambahan serbuk kerang yang homogen akan menjadikan campuran beton yang lebih reaktif (Siregar, 2009). Limbah kulit kerang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur dalam pembuatan semen karena komposisi limbah yang telah mengalami proses pembakaran dengan suhu 700 °C menghasilkan CaO sebesar 55.10% (Syafpoetri, 2013). Jumlah kandungan CaO pada material prekursor ditemukan memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil pengerasan geopolimer (Nath & Sarker , 2014). Adapun gambar cangkang kerang pada Gambar 2.1 dan komposisi kimia serbuk cangkang kerang seperti pada Tabel 2.1.



**Gambar 2. 1** Cangkang Kerang Bulu

**Tabel 2. 1** Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komposisi Kimia Cangkang Kerang	Kadar (%) Berat	
	(Maryam, 2006)	(Syafpoetri, 2013)
CaO	66.70	55.10
SiO <sub>2</sub>	7.88	0.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.46
MgO	22.28	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.25	0.06

### 2.3 Fly Ash

*Fly ash* adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik (SNI 03-6414, 2002). *Fly ash* merupakan satu bahan tambah (*additive*) yang cukup populer saat ini untuk digunakan sebagai :

- pengganti sebagian semen dalam campuran beton
- bahan untuk stabilisasi tanah ekspansif.

*Fly ash* adalah bahan limbah dari pembakaran batu bara, yang dikategorikan sebagai limbah B3 (Peraturan Pemerintah No. 85, 1999). *Fly Ash* sumber pengikat geopolimer, terdapat diseluruh

dunia. Dari taksiran 1998, produksi abu batu bara global lebih besar dari 390 juta ton tiap tahun tapi penggunaannya kurang dari 15% (Malhotra, 1999). Di USA produksi tahunan *Fly Ash* kurang lebih 63 juta ton, yang dipakai pada industri beton hanya 18% s/d 20% (Sumajouw & Rangan, 2006).

Dengan adanya tambahan air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Dalam perkembangannya, *fly ash* tidak hanya digunakan untuk mengganti sebagian semen tetapi dapat juga digunakan sebagai pengganti seluruh semen. Dengan demikian *fly ash* difungsikan dengan bahan alkaline dan sebagai aktivatornya digunakan NaOH dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sehingga terjadi proses polimerisasi yang selanjutnya dapat mengikat agregat-agregat.

### 2.3.1 Sifat-sifat *Fly Ash*

#### a. Sifat kimia *fly ash*

**Tabel 2. 2** Tabel komposisi kimia *fly ash* PLTU Paiton

N o.	Parameter	Satuan	Tipe C	Tipe F
1.	$\text{SiO}_2$	% berat	34.97	68.05
2.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	% berat	14.23	10.98
3.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	% berat	20.05	6.39
4.	$\text{SO}_3$	% berat	7.49	6.1
5.	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	% berat	69.25	85.42
6.	CaO	% berat	13.92	5

Sumber : (Priadana, 2012)

**Tabel 2. 3** Tabel persyaratan kandungan kimia *fly ash*

Senyawa	Kelas Campuran Mineral		
	F (%)	N (%)	C (%)
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	70	70	50
$\text{SO}_3$	4	5	5
Moisture content	3	3	3
Loss of Ignition	10	6	6
Alkali $\text{Na}_2\text{O}$	1.5	1.5	1.5

Sumber : (ASTM C618, 1994)

### b. Sifat fisik *fly ash*

Sifat fisik *fly ash* menurut **ACI Manual of Concrete Practice 1993 Parts 1 226.3R-6** adalah

- Specific gravity 2.2 – 2.8
- Ukuran  $\phi$  1 mikron -  $\phi$  1 mm dengan kehalusan 70% - 80% lolos saringan no.200 (75 mikron)
- Kehalusan :
  - % tertahan ayakan 0.075 mm : 3.5
  - % tertahan ayakan 0.045 mm : 19.3
  - % sampai ke dasar : 77.2

**Tabel 2. 4** Tabel susunan sifat fisik *fly ash*

No.	Uraian	Kelas F (%)	Kelas C (%)
1.	Kehalusan sisa di atas ayakan 45 $\mu\text{m}$	34.0	34.0
2.	Indeks keaktifan pozolan dengan PC (kelas I) pada umur 28 hari	75.0	75.0
3.	Air	105.0	105.0
4.	Pengembangan dengan Autoclave	0.8	0.8

(ASTM C618, 1994)

**Tabel 2. 5** Tabel persyaratan fisik *fly ash*

No.	Persyaratan Fisika	Kelas Campuran Mineral		
		F (%)	N (%)	C (%)
1.	Jumlah yang tertahan ayakan 45 $\mu\text{m}$ (ro.325)	34	34	34
2.	Indeks aktivitas kekuatan :			
	Dengan semen umur 7 hari	75	75	75
	Dengan semen umur 28 hari	75	75	75
3.	Kebutuhan air	115	105	105
4.	Autoclave ekspansi atau contraction	0.8	0.8	0.8
5.	Density	5	5	5
6.	% tertahan ayakan 45 $\mu\text{m}$	5	5	5

(ASTM C618, 1994)

### 2.3.2 Klasifikasi Jenis *Fly Ash*

*Fly ash* dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

- a. Kelas C
  1. *Fly ash* yang mengandung CaO lebih dari 10%, dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub bitumen batubara.
  2. Kadar  $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) > 50\%$
  3. Kadar  $\text{Na}_2\text{O}$  mencapai 10%
  4. Pada campuran beton digunakan sebanyak 15% - 35% dari total berat *binder*.
- b. Kelas F
  1. *Fly ash* yang mengandung CaO kurang dari 10%, dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara.
  2. Kadar  $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) > 70\%$
  3. Kadar  $\text{Na}_2\text{O} < 5\%$
  4. Pada campuran beton digunakan sebanyak 15% - 25% dari total berat *binder*.

c. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah *diatomic*, *opaline chertz* dan *shales*, *tuff* dan abu vulkanik, dimana bisa diproses melalui pembakaran atau tidak. Selain itu juga berbagai hasil pembakaran yang mempunyai sifat pozzolan yang baik (ACI, 1993).

Dari ketiga jenis *fly ash* di atas yang bisa digunakan sebagai *geopolymer* adalah jenis *fly ash* yang memiliki kandungan CaO rendah dan kandungan Si dan Al lebih dari 50% yaitu *fly ash* tipe C dan F karena Si dan Al merupakan unsur yang utama dalam terjadinya proses *geopolymerisasi*. Dari penelitian terdahulu (Utomo & Sandy, 2007) *geopolymer* yang menggunakan *fly ash* tipe C menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan *fly ash* tipe F baik yang menggunakan *curing* dengan oven maupun pada suhu ruang.

## 2.4 Alkali Activator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)

Sodium silikat dan sodium hidroksida digunakan sebagai *alkaline activator* (Hardjito, Wallah, Sumajouw, & Rangan, 2004). Sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sodium hidroksida (NaOH) berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam material yang digunakan sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

### 2.4.1 Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )

$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (sodium silikat) merupakan salah satu bahan tertua dan paling aman yang sering digunakan dalam industri kimia, hal ini dikarenakan proses produksi yang lebih sederhana. Sodium silikat mempunyai 2 bentuk, yaitu padatan dan larutan, untuk campuran beton lebih banyak digunakan dengan bentuk larutan.

Sodium silikat pada mulanya digunakan sebagai campuran dalam pembuatan sabun. Tetapi dalam perkembangannya sodium silikat dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk bahan campuran semen, pengikat keramik, campuran cat serta dalam beberapa keperluan seperti kertas, tekstil dan serat. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa sodium silikat dapat digunakan untuk bahan campuran dalam beton (**Hartono.F.,Budi.G.,2002**).



**Gambar 2. 2** Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )

#### **2.4.2 Sodium Hidroksida (NaOH)**

NaOH (sodium hidroksida) merupakan oksidasi alkali yang reaktif dan merupakan basa yang kuat. NaOH dihasilkan melalui elektrolisis larutan NaCl. Na termasuk logam alkali pada golongan 1 pada tabel periodik kecuali hidrogen dan semua unsur ini sangat reaktif sehingga secara alami tidak ditemukan dalam bentuk tunggal. NaOH (sodium hidroksida) berfungsi untuk mereaksikan unsur- unsur Al dan Si yang terkandung dalam fly ash sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

Sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* dan limbah serbuk kerang sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

Sebagai *activator*, sodium hidroksida harus dilarutkan terlebih dahulu dengan air sesuai dengan molaritas yang diinginkan. Larutan ini harus dibuat dan didiamkan setidaknya 24 jam sebelum pemakaian (Hardjito, Wallah, Sumajouw, & Rangan, 2004).



**Gambar 2. 3** Sodium Hidroksida (NaOH)

## **2.5 Curing**

Perawatan ini dilakukan setelah lebih dari 24 jam, minimal selama 3 hari, agar kuat tekan dapat tercapai sesuai dengan rencana pada umur 28 hari dan 56 hari pada suhu ruang yang berkisar  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dengan binder yang dimasukkan kedalam plastik kedap udara untuk mengurangi hidrasi binder.

## **2.6 Pengujian**

### **2.6.1 *Setting Time* ( Pengaturan waktu vicat)**

*Setting time* merupakan suatu pengujian untuk mengetahui berapa lama waktu pengikatan awal (mulai mengikat) dan pengikatan akhir (mulai mengeras) pasta *geopolymer*.



1. Waktu kerja (*Initial Setting Time*)

Waktu kerja atau waktu pengaturan awal adalah jangka waktu dari awal pencampuran sampai massa mencapai tahap setengah-keras dan ditandai dengan adanya reaksi *setting* sebagian dan penetrasi jarum vicat 25mm.

2. Waktu *setting* akhir (*Final Setting Time*)

Waktu *setting* akhir adalah jangka waktu dari waktu pencampuran sampai massa menjadi keras dan bisa di pisahkan dari bahan pencetakan.

Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat mengacu pada (ASTM C 191-01a, 2002).

## 2.6.2 Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total benda uji. Range pori pada umumnya terjadi akibat kesalahan dalam pelaksanaan dan pengecoran seperti faktor air semen yang berpengaruh pada lekatan antara pasta semen. Pengujian porositas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat mengacu pada (ASTM C 642-90, 1991) Porositas dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{W_1 - W_3}{W_1 - W_2} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- P = Total Porositas (%)
- $W_1$  = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)
- $W_2$  = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)
- $W_3$  = Berat benda uji setelah dioven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)

### 2.6.3 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Test kuat tekan menggunakan alat uji Hammer Test, sesuai dengan (ASTM C-39, 2002). Proses pengujiannya dimulai dengan menempatkan benda uji ke dalam alat uji, namun permukaan benda uji yang datar ditempatkan di alas bagian atas. Nyalakan alat uji, tunggu beberapa detik hingga benda uji retak, dan jarum penunjuk kembali ke posisi nol.

Hitung hasil uji kuat tekan beton dengan rumus sebagai berikut:

- Kuat Tekan individu:  $f_{ci} = \frac{P}{A}$
- Kuat Tekan Rata-rata:  $f_{cr} = \sum_{i=1}^n f_{ci} \div n$

Dimana:

P = Beban maksimum (kg).

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>).

$f_{ci}$  = Kuat tekan pasta yang didapat dari hasil pengujian (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{cr}$  = Kuat tekan pasta rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>).

n = Jumlah benda uji

### 2.6.4 UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*)

*Ultrasonic pulse velocity* adalah metode yang digunakan untuk mengukur kecepatan hantaran dari gelombang (*pulse velocity*) ultrasonik pada media binder. Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat mengacu pada (ASTM C597, 2003). Kecepatan gelombang ultrasonik dipengaruhi oleh kekakuan elastis dan kekuatan binder. Pada binder yang pematatannya kurang baik, atau mengalami

kerusakan butiran material, gelombang *UPV* akan mengalami penurunan kecepatan. Perubahan kekuatan binder pada tes *UPV* ditunjukkan dengan perbedaan kecepatan gelombangnya; jika turun, adalah tanda bahwa binder mengalami penurunan kekuatan, sebaliknya jika kecepatannya naik, adalah tanda bahwa kekuatan binder meningkat. Pada (BS 1881 : Part 203, 1986) klasifikasi kualitas beton disajikan pada Tabel 2.6.

**Tabel 2. 6** Klasifikasi Kualitas Binder Berdasarkan Kecepatan Gelombang

UPV (m/s)	Kualitas beton
> 4500	Sangat Baik
3500 - 4500	Baik
3000 - 3500	Cukup
< 3000	Meragukan

### 2.6.5 *Permeability*

Permeabilitas beton adalah kemudahan beton untuk dapat dilalui air. Jika beton tersebut dapat dilalui air, maka beton tersebut dikatakan permeabel. Jika sebaliknya, maka beton tersebut dikatakan impermeabel. Maka sifat permeabilitas yang penting pada beton adalah permeabilitas terhadap air. Untuk mengetahui dan mengukur permeabilitas beton perlu dilakukan pengujian. Uji permeabilitas ini terdiri dari dua macam: uji aliran (flow test) dan uji penetrasi (Penetration test ). Uji yang pertama digunakan untuk mengukur permeabilitas beton terhadap air bila ternyata air dapat mengalir melalui sampel beton. Uji penetrasi digunakan jika dalam percobaan permeabilitas tidak ada air yang mengalir melalui sampel. Dari data yang dihasilkan oleh uji permeabilitas ini dapat ditentukan koefisien permeabilitas, suatu angka yang menunjukkan kecepatan rembesan fluida dalam suatu zat. Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat mengacu pada *IS : 3085-1965*.

**Tabel 2. 7** Klasifikasi Kelas Permukaan Beton

Klasifikasi	Indeks	kT ( $10^{-16} \text{ m}^2$ )
Sangat buruk	5	$> 10$
Buruk	4	$1.0 - 10$
Normal	3	$0.1 - 1.0$
Baik	2	$0.01 - 0.1$
Sangat baik	1	$< 0.01$

### 2.6.6 SEM – EDX (Scanning Electron Microscope)

Teknik SEM pada hakekatnya merupakan pemeriksaan dan analisis permukaan. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau dari lapisan yang tebalnya sekitar  $20 \mu\text{m}$  dari permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan gambar topografi dengan segala tonjolan dan lekukan permukaan. Gambar topogorafi diperoleh dari penangkapan pengolahan elektron sekunder yang dipancarkan oleh spesimen. Kata kunci dari prinsip kerja SEM adalah scanning yang berarti bahwa berkas elektron “menyapu” permukaan spesimen, titik demi titik dengan sapuan membentuk garis demi garis, mirip seperti gerakan mata yang membaca. Sinyal elektron sekunder yang dihasilkannyaupun adalah dari titik pada permukaan, yang selanjutnya ditangkap oleh SE detector dan kemudian diolah dan ditampilkan pada layar CRT (TV). Scanning coil yang mengarahkan berkas elektron bekerja secara sinkron dengan pengarah berkas elektron pada tabung layar TV, sehingga didapatkan gambar permukaan spesimen pada layar TV (T.D., 2009).

### 2.6.7 XRF (X-Ray Fluorescence)

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di

lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energy yang tinggi.

Apabila terjadi eksitasi sinar X primer yang berasal dari tabung X ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada electron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar X dihasilkan dari proses yang disebut X Ray Fluorescence (XRF). Proses deteksi dan analisa emisi sinar X disebut analisa XRF. Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada deteksi XRF. Jenis spektrum X ray dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak-puncak pada intensitas yang berbeda (T.D., 2009).

### **2.6.8 XRD (X-Ray Diffraction)**

Difraksi sinar X atau X-ray diffraction (XRD) adalah suatu metode analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Profil XRD juga dapat memberikan data kualitatif dan semi kuantitatif pada padatan atau sampel. Difraksi sinar X ini digunakan untuk beberapa hal, diantaranya:

- Pengukuran jarak rata-rata antara lapisan atau baris atom
- Penentuan kristal tunggal
- Penentuan struktur kristal dari material yang tidak diketahui

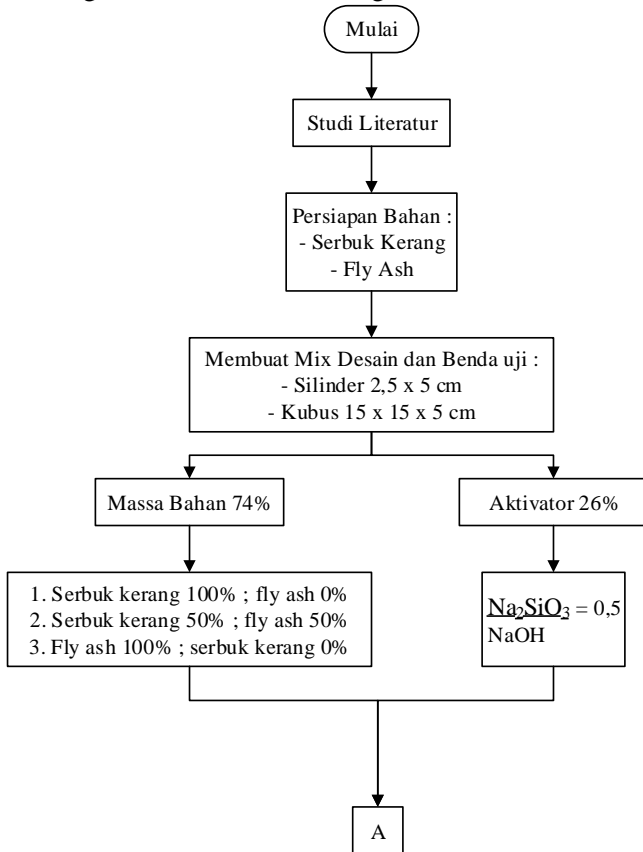
- Mengukur bentuk, ukuran, dan tegangan dalam dari kristal kecil

Difraksi sinar-X terjadi karena pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif (Lab Terpadu Undip, 2013).

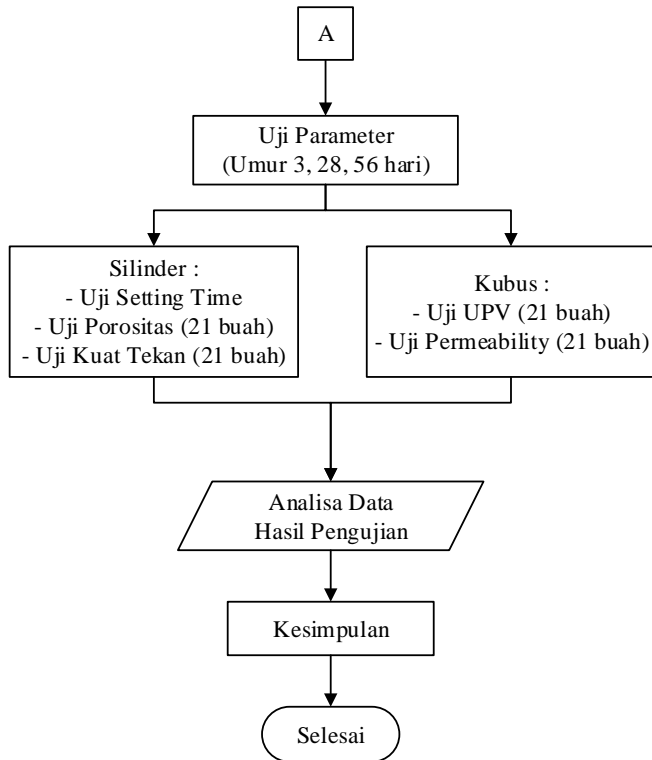
### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi sangat penting dan diperlukan dalam sebuah penelitian. Hal ini penting agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah sehingga hasil yang didapatkan bisa lebih optimum. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Metodologi Penelitian (1)



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Metodologi Penelitian (2)

### 3.1 Studi Literatur

Yang dilakukan pertama kali dalam menyusun tugas akhir terapan ini adalah melakukan studi literatur mengenai pasta geopolimer dan segala macam jurnal penelitian yang telah membahas tentang pasta geopolimer berbahan dasar limbah cangkang kerang dan *fly ash*. Literatur berasal dari (Pengaruh Penambahan Limbah Kerang Terhadap Waktu Pengikatan Awal, Workability, dan Kuat Tekan pada Pembuatan Beton Geopolimer dengan Temperatur Normal” (Liangsari & Wardhono, 2016).



### 3.2 Persiapan Bahan dan Praktikum di Laboratorium

#### 3.2.1 Limbah Cangkang Kerang

Limbah cangkang kerang yang digunakan adalah limbah cangkang kerang bulu yang didapat dari sentra ikan Kenjeran, Surabaya. Proses *pre-treatment* cangkang kerang yaitu terlebih dahulu dibersihkan dan dihaluskan menjadi lebih kecil dari ukuran awalnya, kemudian dibakar pada suhu  $700^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam dan dihaluskan dengan dan di ayak hingga lolos ayakan No. 200.

Proses pembakaran (*furnace*) pada cangkang kerang dilakukan di Pabrik arang yang berada di Ds. Balongbendo, Krian. Proses pembakaran dilaksanakan pada tungku kecil berbentuk silinder di ruang terbuka dan untuk mengetahui suhu yang diinginkan menggunakan thermometer inframerah yang digunakan untuk membantu pekerjaan pengukuran, atau termometer tanpa sentuhan untuk menggambarkan kemampuan alat mengukur suhu dari jarak jauh. Dengan mengetahui jumlah energi inframerah yang dipancarkan oleh objek dan emisinya, Pengukuran suhu dilakukan setiap 30 menit selama proses *furnace* dengan cara mendekatkan thermometer inframerah ke titik atau daerah yang akan diketahui suhunya seperti pada Gambar 3.3.



**Gambar 3. 3** Pengukuran Suhu dengan Termometer Inframerah

Dikarenakan thermometer inframerah hanya mampu membaca hingga suhu  $500^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu untuk pembakaran cangkang kerang adalah  $700^{\circ}\text{C}$ . Maka kami menggunakan tabel suhu pembakaran dengan berdasarkan warna pelat pada saat proses pembakaran seperti pada Gambar 3.4.

2000°F	Bright yellow	1093°C
1900°F	Dark yellow	1038°C
1800°F	Orange yellow	982°C
1700°F	Orange	927°C
1600°F	Orange red	871°C
1500°F	Bright red	816°C
1400°F	Red	760°C
1300°F	Medium red	704°C
1200°F	Dull red	649°C
1100°F	Slight red	593°C
1000°F	Very slight red, mostly grey	538°C
0800°F	Dark grey	427°C
0575°F	Blue	302°C
0540°F	Dark Purple	282°C
0520°F	Purple	271°C
0500°F	Brown/Purple	260°C
0480°F	Brown	249°C
0465°F	Dark Straw	241°C
0445°F	Light Straw	229°C
0390°F	Faint Straw	199°C

**Gambar 3. 4** Parameter Suhu Pembakaran

### 3.2.2 *Fly Ash*

*Fly ash* yang paling baik untuk dijadikan bahan dasar pembuatan binder geopolimer adalah *fly ash* kelas F (Hardjito, D.; Rangan, B.V., 2005). Dalam penelitian ini digunakan *fly ash* yang berasal dari PLTU Paiton Probolinggo, Jawa Timur yang berasal dari sisa pembakaran batu bara.

### 3.2.3 Uji Komposisi Serbuk Kerang dan *Fly ash*

Komposisi serbuk kerang dan *fly ash* dapat diketahui melalui suatu uji yang bernama *SEM – EDX (Scanning Electron Microscope)*, *XRD (X-Ray Diffraction)* dan *XRF (X-Ray Fluorescence)* dimana unsur geopolimer yang baik harus mengandung  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Hal ini dimaksudkan agar bahan tersebut bisa bereaksi membentuk suatu reaksi polimerisasi dengan aktivatornya.

### 3.2.4 Alkali Aktivator

Jenis alkali aktivator yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ). Karena sodium hidroksida dalam bentuk serpihan padat, maka sebelum digunakan harus membuatnya menjadi larutan terlebih dahulu. Larutan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang digunakan adalah 8M.

Cara membuat 1 liter larutan  $\text{NaOH}$  8M adalah sebagai berikut:

- a. Peralatan yang diperlukan :
  - labu volume 1 liter
  - timbangan digital
  - alat pengaduk
- b. Bahan yang diperlukan :
  - aquades murni
  - serpihan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ )
- c. Langkah kerja
  1. Menghitung kebutuhan  $\text{NaOH}$  yang akan digunakan.
 
$$N = V \times M$$

$$= 1 \text{ liter} \times 8$$

$$= 8 \text{ mol}$$

Dimana :

$n$  = jumlah mol zat tersebut

$M$  = kemolaran larutan

$V$  = volume larutan

Mr NaOH = 40 (penjumlahan Ar dari unsur-unsur penyusun senyawa yaitu, Na=23, O=16, H=1)

$$\begin{aligned}\text{Massa NaOH} &= n \text{ mol} \times \text{Mr} \\ &= 8 \text{ mol} \times 40 \text{ gram / mol} \\ &= 320 \text{ gram}\end{aligned}$$

2. Menimbang NaOH seberat 320 gram
3. Memasukkan aquades ke dalam labu ukur sampai volumenya 1 liter.
4. Aduk hingga larut.
5. Diamkan selama 24 jam

### 3.3 Mix Desain Benda uji Geopolimer

Dalam penelitian ini akan digunakan 2 buah variasi komposisi campuran pasta yang terbagi menjadi 2 kelompok. Pengelompokan ini berdasarkan kadar serbuk kerang dan *fly ash* yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji dengan serbuk kerang 100% dan *fly ash* 100% dengan rasio sodium hidroksida dan sodium silikat 0,5.
2. Benda uji dengan 50% serbuk kerang + 50% *fly ash* dengan rasio sodium hidroksida dan sodium silikat 0,5.

Setiap komposisi campuran tersebut, akan dibuat 6 benda uji.

#### 3.3.1 Silinder 2,5 x 5 cm

Mix desain binder geopolimer berukuran 2,5 x 5 cm<sup>2</sup> sebagai berikut :

##### a. Massa 1 silinder binder geopolimer ukuran 2,5 x 5 cm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,544 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 1 binder} &= \text{berat volume beton} \times \text{vol.beton} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,544 \text{ cm}^3 \\ &= 58,905 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serbuk} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \\
 \text{kerang / fly ash} &= 74\% \times 58,905 \text{ gram} \\
 &= 43,590 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

**b. Menentukan massa aktivator**

Direncanakan massa aktivator 26% dari massa 1 binder sedangkan perbandingan massa antara sodium silikat dengan sodium hidroksida sebagai contoh perhitungan direncanakan sebesar 0,5.

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 26\% \times 58,905 \text{ gram} \\
 &= 15,315 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa aktivator = massa sodium silikat + massa sodium hidroksida.

Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 0,5$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5 \longrightarrow 1 \text{ NaOH} = 0,5 \text{ Na}_2\text{SiO}_3$$

$$15,315 = 1 \text{ NaOH} / 1,5$$

$$15,315 = 0,667 \text{ NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 10,21 \text{ gram}$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 5,105 \text{ gram}$$

### 3.3.2 Kubus 15 x 15 x 5 cm

Mix desain kubus geopolimer berukuran 15 x 15 x 5 cm<sup>2</sup> sebagai berikut :

**a. Massa 1 kubus geopolimer ukuran 15 x 15 x 5 cm<sup>2</sup>**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 kubus} &= s \times s \times s \\
 &= 15 \times 15 \times 5 \\
 &= 1125 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa 1 binder} &= \text{berat volume beton} \times \text{vol.kubus} \\
 &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 1125 \text{ cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serbuk} &= 74\% \times \text{massa 1 kubus} \\
 \text{kerang / fly ash} &= 74\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 1998 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

**b. Menentukan massa aktivator**

Direncanakan massa aktivator 26% dari massa 1 kubus sedangkan perbandingan massa antara sodium silikat dengan sodium hidroksida sebagai contoh perhitungan direncanakan sebesar 0,5.

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 kubus} \\
 &= 26\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 702 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa aktivator = massa sodium silikat + massa sodium hidroksida.

Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 0,5$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5 \quad \longrightarrow \quad 1 \text{ NaOH} = 0,5 \text{ Na}_2\text{SiO}_3$$

NaOH

$$702 = 1 \text{ NaOH} / 1,5$$

$$702 = 0,667 \text{ NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 468 \text{ gram}$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 234 \text{ gram}$$

### 3.4 Pembuatan Benda uji Geopolimer

Setelah melakukan perhitungan mix desain seperti perhitungan di atas, maka selanjutnya yang akan dilakukan yaitu membuat binder geopolimer. Untuk setiap komposisi campuran silinder akan dibuat masing-masing 6 benda uji, sedangkan untuk komposisi kubus akan dibuat masing-masing 3 benda uji pada umur 3 hari, 28 hari, dan 56 hari. Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 3. 1** Komposisi Variasi Binder Geopolimer

Komposisi Binder Geopolimer	Massa 1 Binder (gram)	SK dan atau FA (gram)	Larutan NaOH (gram)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (gram)
BF 8-0,5 atau BK 8M-0,5	58,905	43,590	10,21	5,105
BFK 8-0,5	58,905	21,795	5,105	2,552

**Tabel 3. 2** Komposisi Variasi Kubus Geopolimer

Komposisi Kubus Geopolimer	Massa 1 Kubus (gram)	SK dan atau FA (gram)	Larutan NaOH (gram)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (gram)
BF 8-0,5 atau BK 8M-0,5	2700	1998	468	234
BFK 8-0,5	2700	999	234	117

Untuk kode penamaan benda uji digunakan sebagai berikut :

BF 8-0,5 : Binder 100% *fly ash* 8 molar perbandingan aktivator 0,5.  
BK 8-0,5 : Binder 100% serbuk kerang 8 molar perbandingan aktivator 0,5.  
BFK 8-0,5 : Binder 50% *fly ash*+50%serbuk kerang 8 molar perbandingan aktivator 0,5.

### 3.5 Metode Pembuatan Benda Uji

Metode pembuatan benda uji geopolimer ada tiga tahap, antara lain:

#### 1. Persiapan Alat





Tahap persiapan alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji silinder dan kubus geopolimer disajikan pada Tabel 3.3 - 3.4.

**Tabel 3. 3** Alat Pembuatan Benda Uji Geopolimer (1)

No.	Nama Alat	Gambar Alat	Kegunaan
1.	Loyang / Cawan		Sebagai wadah agregat pada saat menimbang / proses pencetakan.
2.	Timbangan digital		Menimbang benda uji dalam skala kecil, yaitu $\leq 5$ kg.
3.	Cetakan binder geopolimer 2,5 x 5 cm		Sebagai cetakan benda uji
4	Cetakan kubus geopolimer		Sebagai cetakan benda uji
5	Alat uji <i>setting time</i>		Sebagai alat untuk menguji penurunan pasta



**Tabel 3. 4** Alat Pembuatan Benda Uji Geopolimer (2)

No.	Nama Alat	Gambar Alat	Kegunaan
6.	Alat uji UPV		Sebagai alat untuk menguji UPV pada binder
7.	Mesin uji tekan		Sebagai alat penguji kekuatan tekan hancur benda uji.
8.	Alat uji <i>porosity</i>		Sebagai alat untuk penguji <i>porosity</i> .
9.	Alat uji <i>permeability</i>		Sebagai alat untuk uji <i>permeability</i>

## 2. Persiapan Bahan

Tahap persiapan bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji silinder dan kubus geopolimer disajikan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3. 5** Bahan Pembuatan Benda Uji Geopolimer

No.	Nama Alat	Gambar Bahan	Kegunaan
1.	Serbuk kerang bulu		Bahan primer benda uji geopolimer
2.	<i>Fly ash</i> tipe C		Bahan sekunder benda uji geopolimer
3.	NaOH		Larutan pengikat bahan utama dan sekunder
4.	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$		Larutan pengikat bahan utama dan sekunder

### 3. Pembuatan Campuran Pasta

Proses pencampuran dilakukan setelah melakukan proses desain, dimana komposisi berat tiap pasta telah ditentukan sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Proses pencampuran meliputi rangkaian kegiatan berikut ini :

- 1) Memasukkan *fly ash* dan atau serbuk kerang kedalam mixer sesuai dengan dengan komposisi yang telah dihitung.



**Gambar 3. 5** Memasukkan *Fly Ash* atau Serbuk Kerang Kedalam Mixer

- 2) Membuat larutan alkali aktivator. Masukkan sodium hidroksida ke dalam mixer yang sudah berisi *fly ash* atau serbuk kerang dan aduk hingga menjadi adonan, kemudian masukkan sodium silikat yang sudah diukur sesuai perhitungan kedalam adonan dan aduk kembali hingga homogen.
- 3) Masukkan alkali aktivator ke dalam mixer yg berisi *fly ash* dan atau serbuk kerang, nyalakan hingga kedua larutan tersebut dalam kondisi homogen.



**Gambar 3. 6** Memasukkan Alkali Aktivator

- 4) Setelah campuran sudah menjadi homogen, tuangkan larutan tersebut ke dalam bekisting, kemudian tutup bekisting dan diamkan selama 24 jam.



**Gambar 3. 7** Memasukkan Adonan Kedalam Bekisting

- 5) Buka cetakan bekisting, kemudian simpan pasta geopolimer selama 3 hari, 28 hari, dan 56 hari pada plastik kedap udara disuhu ruang.



**Gambar 3. 8** Curing Binder Geopolimer

### 3.6 Uji Setting Time

Test *setting time* ini diperlukan untuk mengetahui waktu pengikatan awal ( mulai mengikat ) dan pengikatan akhir ( mulai mengeras ) dari binder *geopolymer*. Pengetesan binder ini dilakukan berdasarkan ASTM C191-01a. Test *setting time* ini dilakukan setelah didapat data hasil test kuat tekan. Komposisi yang dimiliki kuat tekan optimum akan di test *setting time*. Langkah-langkah uji *setting time* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat uji *setting time*
2. Lakukan pembuatan benda uji seperti membuat binder

3. Setelah menjadi adonan masukkan ke dalam wadah vial yang sudah dilumuri oli, tunggu 3 menit
4. Setelah 3 menit pertama, tempelkan ujung jarum dengan tengah permukaan pasta dan setelah 30 detik jarum di stop dan penurunan jarum di baca dan di catat
5. Lakukan langkah 4 pada interval 5 menit di permukaan pasta yang letaknya tidak sama dengan lokasi uji sebelumnya
6. Begitu seterusnya setiap 5 menit, dites dan dicatat sampai penurunannya kurang dari 5 mm, maka percobaan dihentikan.



**Gambar 3. 9** Uji *Setting Time*

### **3.7 Uji Porositas**

Pengujian porositas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya.

Langkah – langkah uji porositas adalah sebagai berikut :

1. Siapkan vakum dan wadah untuk benda uji.
2. Ambil benda uji yang sudah mencapai umur rencana dan masukkan ke wadah kemudian vakum selama 24 jam.
3. Setelah di vakum dalam keadaan kering, tambahkan air ke wadah sampai benda uji terendam penuh kemudian vakum lagi selama 6 jam.
4. Ambil benda uji yang telah di vakum kemudian timbang di dalam air.
5. Setelah di timbang dalam air, kemudian timbang dalam keadaan SSD.

6. Oven benda uji yang telah ditimbang selama 24 jam. kemudian timbang lagi dalam kondisi kering seluruhnya.
7. Hitung porositas dari masing-masing binder.



**Gambar 3. 10** Uji Porositas

### 3.8 Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan binder geopolimer ini akan dilakukan pada usia pasta 3 hari, 28 hari, dan 56 hari. Untuk setiap tes kuat tekan, digunakan 3 benda uji dari setiap komposisi. Hal ini dilakukan untuk keakuratan data tes tekan masing masing komposisi. Test kuat tekan binder dilakukan di Laboratorium Stuktur Teknik Sipil , FTSP - ITS. Alat yang digunakan dalam melakukan test kuat tekan ini adalah *universal testing machine AU-5* dengan kapasitas beban 5 ton. Adapun beberapa prosedur yang dilakukan dalam melakukan test kuat tekan binder geopolimer ini, yaitu :

1. Ratakan permukaan binder yang akan di test tekan dengan kertas gosok ( amplas) agar gaya tekan pada binder lebih merata pada semua permukaan binder lebih merata pada semua permukaan binder
2. Letakkan binder secara berdiri ( vertikal ) pada alat tekan dan pilih permukaan yang telah di amplas tadi sebagai permukaan yang terbebani.
3. Mesin diturunkan secara perlahan dengan kecepatan konstan.
4. Catat berapa besar kuat tekannya pada saat jarum merah mesin menunjukkan simpangan maksimum.

Karena angka bacaan tekanan kuat tekan (P) menunjukkan kgf, maka untuk mendapatkan nilai kuat tekan pasta ( $f'_c$ ) perlu dibagi dengan luas permukaan benda uji (A).



**Gambar 3. 11** Alat Uji Kuat Tekan

### **3.9 Uji UPV (Ultrasonic Pulse Velocity)**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan homogenitas beton. Pada penelitian beton digunakan frekuensi antara 50 sampai dengan 60 KHz. Pulsa dari vibrasi longitudinal dihasilkan oleh electro accustical transducers, yang dihubungkan dengan salah satu permukaan beton yang diteliti. Setelah pulsa vibrasi longitudinal menyebrangi panjang (L) beton, pulsa vibrasi tersebut diubah menjadi signal elastik oleh transducers penerima dan *electronic timing circuit* mengubah waktu T dari pulsa yang diukur. Langkah-langkah dalam menggunakan uji UPV sebagai berikut:

1. Siapkan Alat UPV dan pelumas.
2. Ambil benda uji yang telah sesuai dengan umur rencana berumur 28 hari kemudian beri pelumas pada sisi atas dan bawahnya.
3. Pasang alat UPV ke benda uji, kemudian tekan start
4. Catat nilai V dan T pada bacaan UPV.



**Gambar 3. 12** Alat Uji *UPV*

### **3.10 Uji Permeability**

Pengujian ini dilakukan dengan alat permeability udara yang menggunakan metode non destruktif. Langkah-langkah dalam menggunakan uji permeability sebagai berikut:

1. Persiapan benda uji :
  - posisi benda uji sentris, permukaan tidak basah
  - cukup datar untuk mengaktifkan cincin penyegel untuk menutup kedua ruang antara ruang vakum dan unit kontrol
  - Beton harus tidak retak
  - jarak antara tepi luar dari elemen struktural dan diameter luar dari minimum sel 20 mm
  - Ruang vakum tidak berada di atas tulangan
2. Kalibrasi kehilangan tekanan dari waktu ke waktu dan dan tentu saja setelah perubahan besar dalam suhu dan tekanan
3. melaksanakan 3-6 pengukuran hambatan listrik  $p$  dari beton dan menghitung nilai rata-rata
4. Catat nilai  $kT$  pada alat permeability
5. Tentukan klasifikasi kualitas dari permukaan beton sesuai dengan Tabel 3.6.



**Tabel 3. 6** Klasifikasi Kualitas Permukaan Beton

Klasifikasi	Indeks	kT ( $10^{-16} \text{ m}^2$ )
Sangat buruk	5	$> 10$
Buruk	4	1.0 - 10
Normal	3	0.1 – 1.0
Baik	2	0.01 – 0.1
Sangat baik	1	$< 0.01$

(Proceeq.com)

**Gambar 3. 13** Uji Permeability

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA DATA**

#### **4.1 Umum**

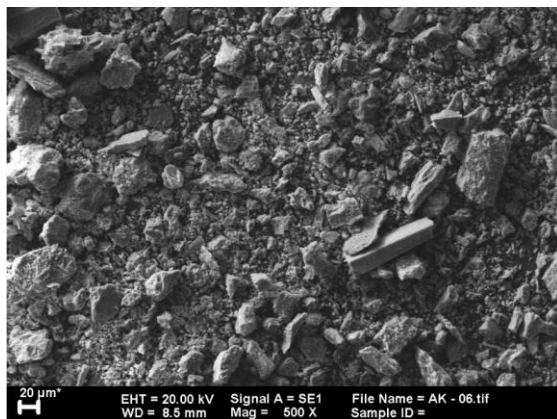
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil-hasil dengan kesimpulan selama pengerjaan tugas akhir di laboratorium mengenai binder geopolimer. Hasil dan analisa data ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dilakukan pembahasan mengenai hasil pemeriksaan material dan pengujian benda uji.

#### **4.2 Hasil Pemeriksaan Material**

Adapun hasil dari analisa material yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### **4.2.1 Serbuk Kerang**

Serbuk kerang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah cangkang kerang yang sudah di *furnace* pada suhu 700°C selama  $\pm 2$  jam kemudian dihaluskan dan diayak hingga lolos saringan No. 200. Adapun tes yang dilakukan terhadap material serbuk kerang adalah uji komposisi senyawa kimia yaitu tes *SEM – EDX* yang dilakukan di Laboratorium Energi ITS ,serta uji *XRF*, dan *XRD* yang dilakukan di PT. Semen Indonesia, Gresik.



**Gambar 4. 1** Analisa SEM – EDX Serbuk Kerang

(Sumber : Lab. Energi ITS, 2016)

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Ca	20	K-series	54.93	96.09	95.08	1.6
P	15	K-series	0.65	1.14	1.45	0.1
Na	11	K-series	0.64	1.11	1.92	0.1
Fe	26	K-series	0.61	1.07	0.76	0.1
S	16	K-series	0.19	0.33	0.41	0.0
Mg	12	K-series	0.05	0.08	0.13	0.0
Al	13	K-series	0.04	0.08	0.12	0.0
Si	14	K-series	0.04	0.07	0.09	0.0
K	19	K-series	0.02	0.03	0.03	0.0
Total:			57.16	100.00	100.00	

**Gambar 4. 2** Unsur Senyawa pada Serbuk Kerang pada Uji SEM-EDX  
(Sumber : Lab. Energi ITS, 2016)

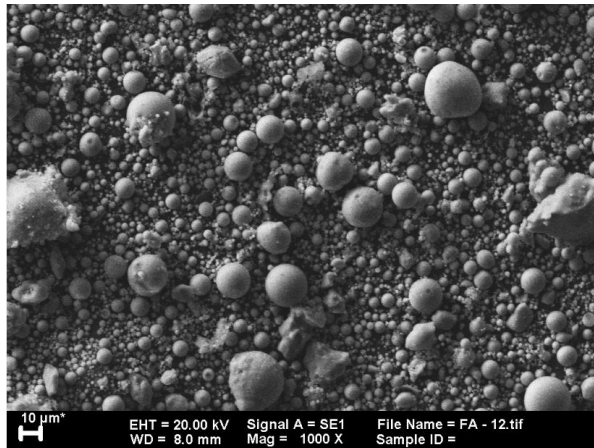
PARAMETER	
F	<2e
Na2O	
MgO	0.1970
Al2O3	0.2920
SiO2	1.1200
P2O5	0.0450
SO3	0.2640
Cl	
K2O	0.0235
CaO	97.5900
Sc2O3	0.0063
TiO2	0.0260
V2O5	<2e
Cr2O3	0.0055
MnO	0.0183
Fe2O3	0.3860
Co3O4	<
NiO	<2e
CuO	0.0185
ZnO	0.0079
La2O3	<2e
CeO2	<
Nd2O3	<2e
WO3	<

**Gambar 4. 3** Unsur Senyawa Serbuk Kerang pada Uji XRF  
(Sumber : PT. Semen Indonesia, 2016)

Kadar kalsium (CaO) dari serbuk kerang adalah 97.59% dengan kandungan kalsium yang tinggi dapat mengganggu proses polimerisasi dan mengubah mikrostruktur (Gourley, 2003; Gourley and Johnson, 2005 dalam Septia.G. Pugar, 2011).

#### 4.2.2 Fly Ash

*Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Paiton, Probolinggo. Adapun tes yang dilakukan terhadap material *fly ash* adalah tes uji komposisi senyawa kimia yaitu tes SEM – EDX yang dilakukan di Laboratorium Energi ITS ,serta uji XRF, dan XRD yang dilakukan di PT. Semen Indonesia, Gresik.



**Gambar 4. 4** Analisa *SEM – EDX Fly Ash*  
(Sumber : Lab. Energi ITS, 2016)

Unsur senyawa yang terkandung dalam *fly ash* yang berasal dari PLTU Paiton, Probolinggo adalah sebagai berikut :

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Si	14	K-series	18.36	41.01	45.80	0.8
Al	13	K-series	10.63	23.75	27.61	0.5
Fe	26	K-series	6.86	15.32	8.61	0.2
Ca	20	K-series	4.62	10.33	8.08	0.2
K	19	K-series	1.42	3.17	2.54	0.1
Mg	12	K-series	1.20	2.69	3.47	0.1
P	15	K-series	0.90	2.00	2.02	0.1
S	16	K-series	0.58	1.30	1.27	0.1
Na	11	K-series	0.19	0.43	0.58	0.0
Total:			44.78	100.00	100.00	

**Gambar 4. 5** Unsur Senyawa pada *Fly Ash* pada Uji *SEM-EDX*  
(Sumber : Lab. Energi ITS, 2016)

PARAMETER	
F	<
Na2O	0.6450
MgO	2.6200
Al2O3	24.2500
SiO2	47.1000
P2O5	0.1880
SO3	0.2060
Cl	<
K2O	1.6400
CaO	5.8300
Sc2O3	0.0019
TiO2	1.1600
V2O5	0.0459
Cr2O3	0.0533
MnO	0.1010
Fe2O3	16.0700
Co3O4	0.0045
NiO	0.0201
CuO	0.0117
ZnO	0.0297
La2O3	<
CeO2	0.0065
Nd2O3	0.0033
WO3	<

**Gambar 4. 6** Unsur Senyawa *Fly Ash* pada Uji XRF  
(Sumber : PT. Semen Indonesia, 2016)

Kadar kalsium(CaO) dari *fly ash* PLTU Paiton adalah 5.83%, menurut ASTM C 618 *fly ash* yang memiliki kadar kalsium kurang dari 10% digolongkan dalam *fly ash* Tipe F.

#### 4.2.3 Hasil Uji Setting Time

Uji *setting time* merupakan suatu uji untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir pada pasta binder, dimana indikasi pengikatan awal terjadi ketika penurunan jarum vicat tercatat sebesar 25 mm. Sedangkan untuk pengikatan akhir tercatat kurang lebih 0 mm dengan kata lain tidak terjadi penurunan vicat. Uji *setting time* dilaksanakan di Laboratorium Beton Diploma Sipil, FTSP – ITS. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.1 – 4.3.

**Tabel 4. 1** Hasil *Setting Time* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

No	Kode	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	BK 8-0,5	3	50
		8	50
		13	23
		18	16
		23	15
		28	15
		33	15
		38	15
		43	12
		48	12
		53	10
		58	8
		63	4
		68	1.7
		73	0.4
78	0		
Rata rata		40.5	15.4



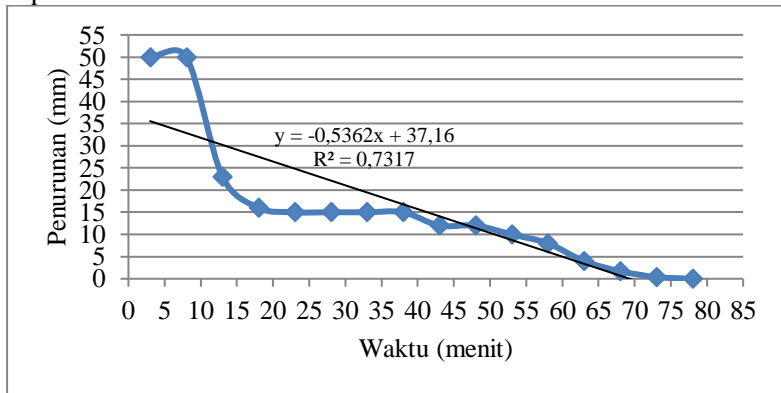
**Tabel 4. 2** Hasil *Setting Time* 50%Fly ash+ 50% serbuk kerang  
(BFK 8-0,5)

No	Kode	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
2	BFK 8- 0,5	3	50
		8	50
		13	50
		18	50
		23	50
		28	37
		33	37
		38	29
		43	29
		48	24
		53	21
		58	17
		63	14
		68	13
		73	13
		78	11
		83	11
		88	8
		93	5
		98	3
103	0.8		
108	0		
Rata rata		48	23.76

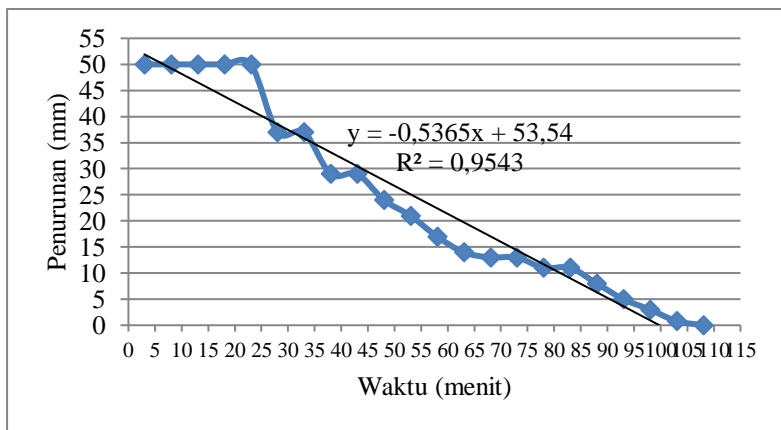
**Tabel 4. 3** Hasil *Setting Time* 100% *fly Ash* (BF 8-0,5)

No	Kode	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
3	BF 8-0,5	3	35
		8	35
		13	28
		18	23
		23	19
		28	19
		33	15
		38	15
		43	15
		48	10
		53	6
		58	3
		63	1
		68	0
Rata rata		35.5	16.0

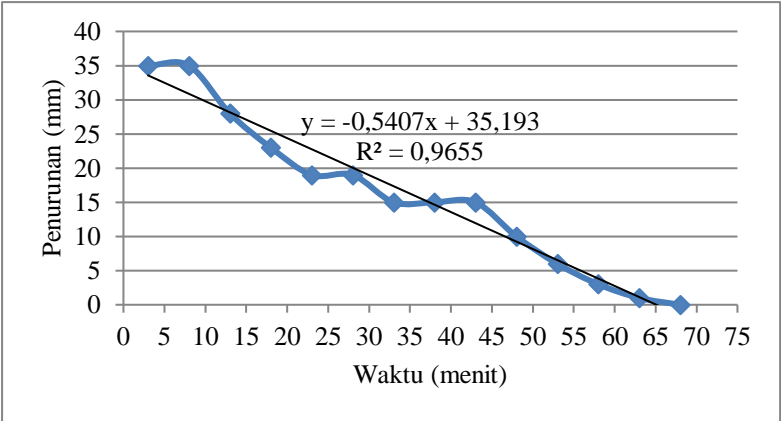
Setiap hasil uji *setting time* memiliki grafik penurunan seperti berikut :



**Grafik 4. 1** *Setting Time* 100% Serbuk Kerang



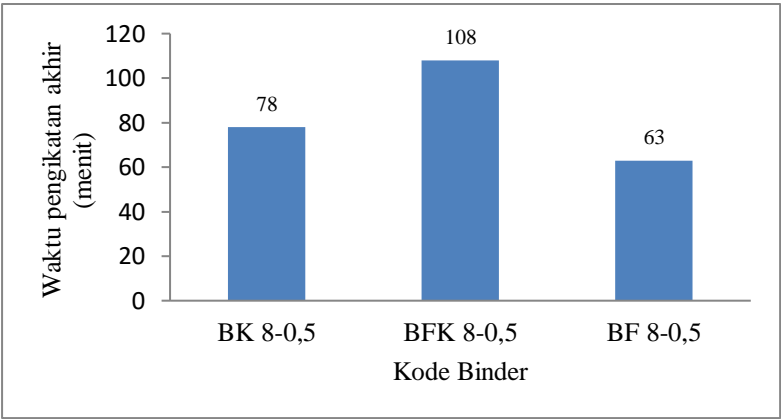
**Grafik 4. 2** *Setting Time* 50% Fly Ash+50% Serbuk Kerang



Grafik 4. 3 Setting Time 100% Fly Ash

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Final Setting Time

Kode binder	Setting Time (menit)
BK 8-0,5	78
BFK 8-0,5	103
BF 8-0,5	68



Grafik 4. 4 Hasil Final Setting Time Keseluruhan

Dari Grafik 4.4 diketahui bahwa pada binder BF 8-0,5 memiliki waktu *setting time* 68 menit yang paling cepat mengeras diantara variabel lainnya, sedangkan BK 8-0,5 memiliki waktu *setting time* 78 menit yang berarti serbuk kerang memiliki waktu pengerasan yang relatif cepat sehingga masih membutuhkan kombinasi material lain atau zat kimia untuk memperlambat *setting time*.

#### **4.2.4 Hasil Uji Porositas**

Pengujian porositas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Uji porositas dilakukan pada saat binder berumur 3, 28, dan 56 hari yang dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Diploma Sipil, FTSP – ITS. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.5 - 4.7.

**Tabel 4. 5** Hasil Uji Porositas 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Berat (gr)				Porositas (P) = $((W_1 - W_3) / (W_1 - W_2)) \times 100$
			Benda uji awal ( $W_0$ )	Benda uji jenuh air di udara ( $W_1$ )	Benda uji jenuh air ( $W_2$ )	Benda uji kering oven $\pm 105^\circ\text{C}$ ( $W_3$ )	
BK 8-0,5	3 hari	1	50.688	49.6	23.0	40.193	35.365
		2	50.307	49.3	24.0	39.931	37.032
		3	49.370	48.4	24.0	39.135	37.971
	<b>Rata-rata</b>						<b>36.789</b>
	28 hari	1	51.580	51.1	25.8	42.117	35.506
		2	51.291	50.9	26.1	41.944	36.113
		3	52.589	52	26.4	42.956	35.328
	<b>Rata-rata</b>						<b>35.649</b>
	56 hari	1	54.325	53.6	28.7	47.410	24.859
		2	54.049	53.4	29.5	47.076	26.460
		3	53.867	53.3	28.0	46.92	25.217
	<b>Rata-rata</b>						<b>25.512</b>

**Tabel 4. 6** Hasil Uji Porositas 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK 8-0,5)

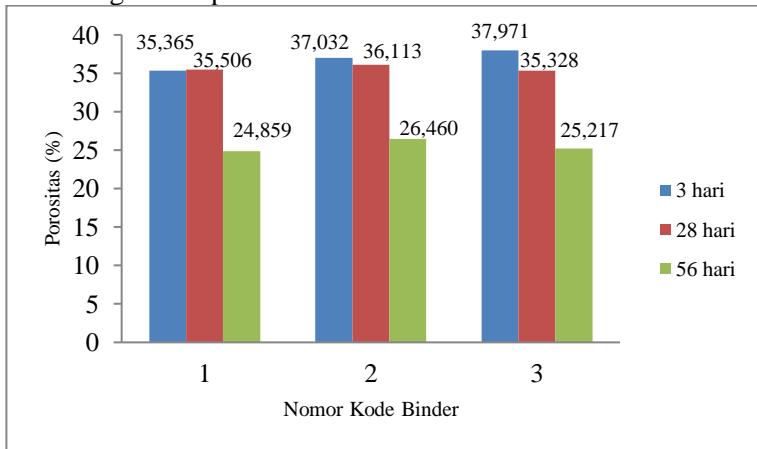
Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Berat (gr)				Porositas (P) = $((W_1 - W_3) / (W_1 - W_2)) * 100$
			Benda uji awal ( $W_0$ )	Benda uji jenuh air di udara ( $W_1$ )	Benda uji jenuh air ( $W_2$ )	Benda uji kering oven $\pm 105^\circ\text{C}$ ( $W_3$ )	
BFK 8-0,5	3 hari	1	52.314	52.1	26.9	43.926	32.437
		2	52.64	50.5	26.9	44.125	27.013
		3	52.061	51.1	26.6	43.635	30.469
	<b>Rata-rata</b>						<b>29.973</b>
	28 hari	1	48.426	49.1	23.6	41.9	28.235
		2	49.17	49.7	23.2	42.6	26.792
		3	50.359	50.9	24.8	43	30.268
	<b>Rata-rata</b>						<b>28.432</b>
	56 hari	1	53.645	53.9	26.5	47.5	23.358
		2	54.156	54.3	26.5	47.9	23.022
		3	52.987	53	26.2	47	22.388
	<b>Rata-rata</b>						<b>22.922</b>

**Tabel 4. 7** Hasil Uji Porositas 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

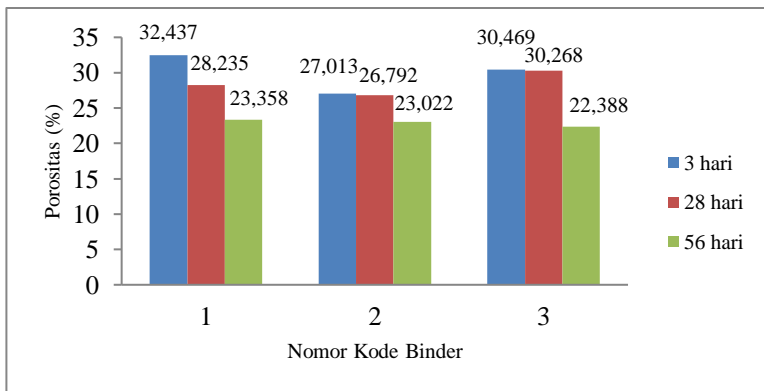
Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Berat (gr)				Porositas (P) = $((W_1 - W_3) / (W_1 - W_2)) \times 100$
			Benda uji awal ( $W_0$ )	Benda uji jenuh air di udara ( $W_1$ )	Benda uji jenuh air ( $W_2$ )	Benda uji kering oven $\pm 105^\circ\text{C}$ ( $W_3$ )	
BF 8-0,5	3 hari	1	41.162	48.7	24.6	41.88	28.299
		2	42.313	44.62	23.1	38.47	28.578
		3	46.840	49.48	26.6	43.39	26.617
	<b>Rata-rata</b>						<b>27.831</b>
	28 hari	1	49.941	47.5	23.2	42.23	21.687
		2	50.579	44.6	26.6	40.43	23.167
		3	48.056	44.1	24.8	40.3	19.689
	<b>Rata-rata</b>						<b>21.514</b>
	56 hari	1	44.973	41.29	21.4	37.75	17.771
		2	47.388	41.15	21.2	37.68	17.411
		3	47.337	41.07	21.1	37.6	17.376
	<b>Rata-rata</b>						<b>17.519</b>



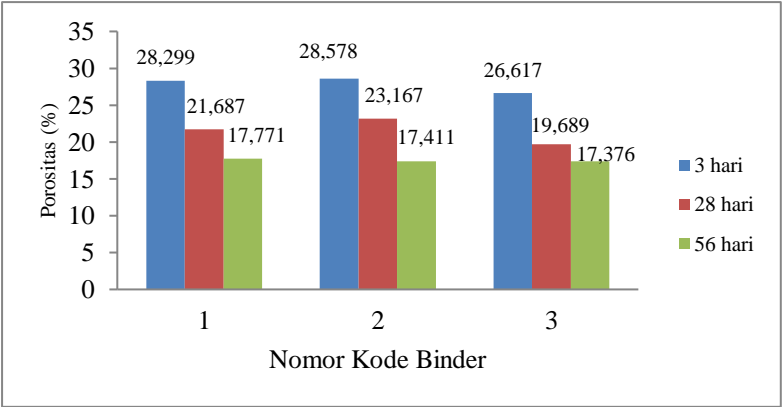
Dari hasil pengujian, maka uji porositas tiap variabel memiliki grafik seperti berikut :



**Grafik 4. 5** Porositas 100% Serbuk Kerang (BF 8-0,5)



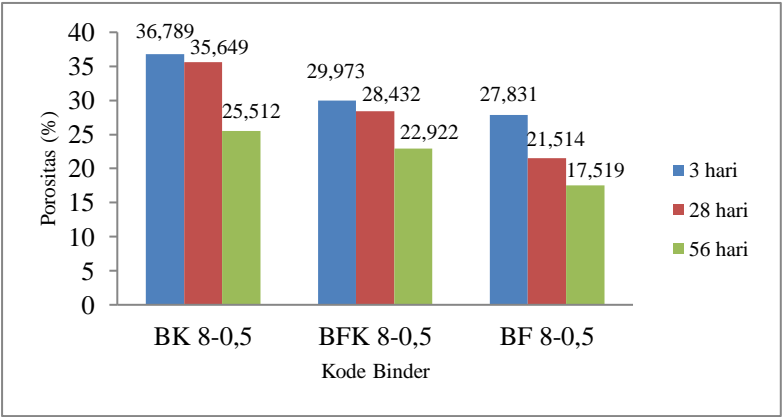
**Grafik 4. 6** Porositas 50% Fly Ash + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5)



Grafik 4. 7 Porositas 100% Fly Ash (BF 8-0,5)

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Rata-rata Porositas Keseluruhan

Umur	Kode Binder		
	BK 8-0,5	BFK 8-0,5	BF 8-0,5
3 hari	36.789	29.973	27.831
28 hari	35.649	28.432	21.514
56 hari	25.512	22.922	17.519



Grafik 4. 8 Rata-rata Porositas Keseluruhan terhadap Umur Binder

Dari Grafik 4.8 diketahui bahwa porositas terbesar terjadi pada BK 8-0,5 dan porsitas terkecil pada BF 8--0,5 yang berarti pori-pori pada binder BF 8-0,5 lebih sedikit atau lebih padat daripada BK 8-0,5.

#### 4.2.5 Hasil Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil kuat tekan masing –masing komposisi binder. Uji kuat tekan dilakukan pada saat binder berumur 3, 28, dan 56 hari yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur, FTSP – ITS. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.9 – 4.11.

**Tabel 4. 9** Hasil Uji Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

Umur	No. Kode Binder	Hasil Kuat Tekan (P) (kg)	Luas Permukaan Binder (A) (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (f <sub>c</sub> ) = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (f <sub>c</sub> ) (Mpa)
3 hari	1	155	4.909	31.576	3.097
	2	137	4.909	27.909	2.737
	3	135	4.909	27.502	2.697
<b>Rata-rata</b>				<b>28.996</b>	<b>2.844</b>
28 hari	1	263	4.909	53.578	5.254
	2	290	4.909	59.078	5.794
	3	253	4.909	51.541	5.054
<b>Rata-rata</b>				<b>54.732</b>	<b>5.367</b>
56 hari	1	308	4.909	62.745	6.153
	2	324	4.909	66.005	6.473
	3	296	4.909	60.301	5.913
<b>Rata-rata</b>				<b>63.017</b>	<b>6.180</b>

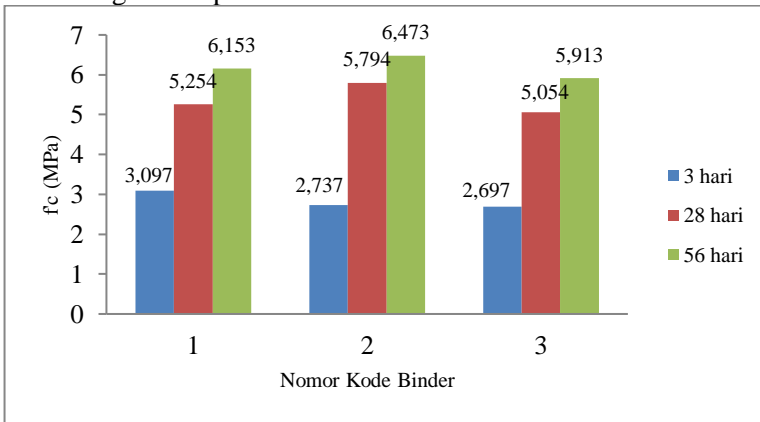
**Tabel 4. 10** Hasil Uji Kuat Tekan 50% *Fly Ash* + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5)

Umur	No. Kode Binder	Hasil Kuat Tekan (P) (kg)	Luas Permukaan Binder (A) (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) (Mpa)
3 hari	1	616	4.909	125.490	12.306
	2	580	4.909	118.157	11.587
	3	490	4.909	99.822	9.789
<b>Rata-rata</b>				<b>114.490</b>	<b>11.228</b>
28 hari	1	1310	4.909	266.871	26.171
	2	900	4.909	183.346	17.980
	3	910	4.909	185.384	18.180
<b>Rata-rata</b>				<b>211.867</b>	<b>20.777</b>
56 hari	1	2780	4.909	566.337	55.539
	2	2330	4.909	474.664	46.549
	3	3000	4.909	611.155	59.934
<b>Rata-rata</b>				<b>550.719</b>	<b>54.007</b>

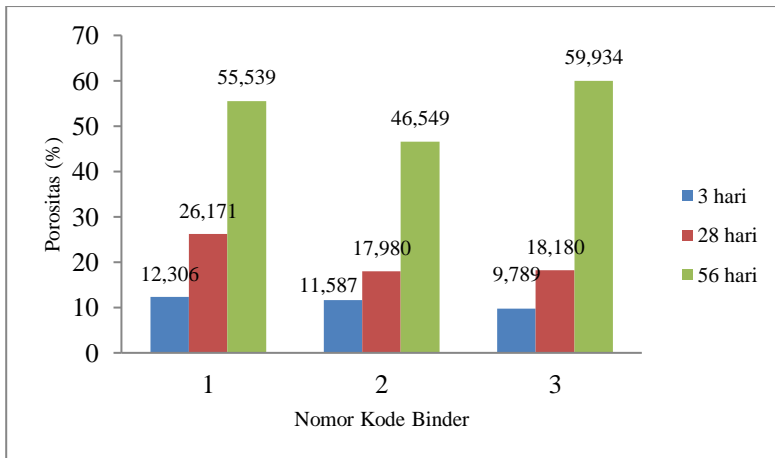
**Tabel 4. 11** Hasil Uji Kuat Tekan 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

Umur	No. Kode Binder	Hasil Kuat Tekan (P) (kg)	Luas Permukaan Binder (A) (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) (Mpa)
3 hari	1	810	4.909	165.012	16.182
	2	530	4.909	107.971	10.588
	3	720	4.909	146.677	14.384
<b>Rata-rata</b>				<b>139.887</b>	<b>13.718</b>
28 hari	1	1035	4.909	210.848	20.677
	2	1205	4.909	245.481	24.073
	3	1355	4.909	276.038	27.070
<b>Rata-rata</b>				<b>240.048</b>	<b>23.940</b>
56 hari	1	2125	4.909	432.901	42.453
	2	2030	4.909	413.548	40.555
	3	1295	4.909	263.815	25.871
<b>Rata-rata</b>				<b>374.163</b>	<b>36.293</b>

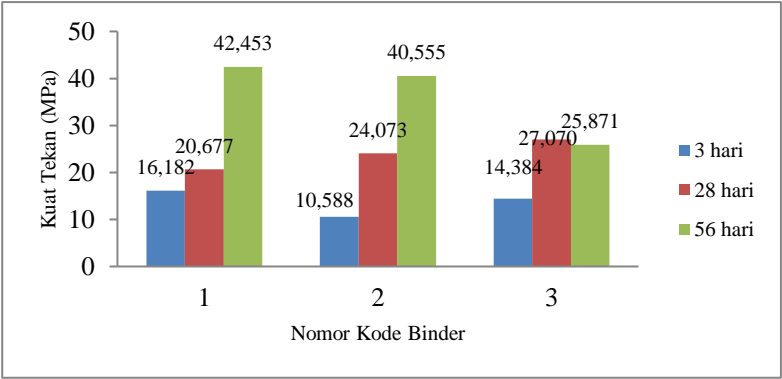
Dari hasil pengujian, maka uji kuat tekan tiap variabel memiliki grafik seperti berikut :



**Grafik 4. 9** Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)



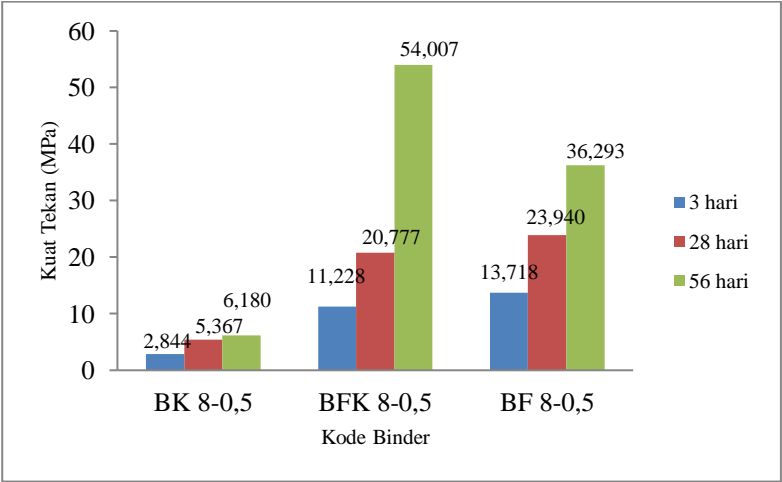
**Grafik 4. 10** Kuat Tekan 50% *Fly Ash* + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5)



**Grafik 4. 11** Kuat Tekan 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 12** Rekapitulasi Rata-rata Kuat Tekan Keseluruhan

Umur	Kode Binder		
	BK 8-0,5	BFK 8-0,5	BF 8-0,5
3 hari	2.844	11.228	13.718
28 hari	5.367	20.777	23.940
56 hari	6.180	54.007	36.293

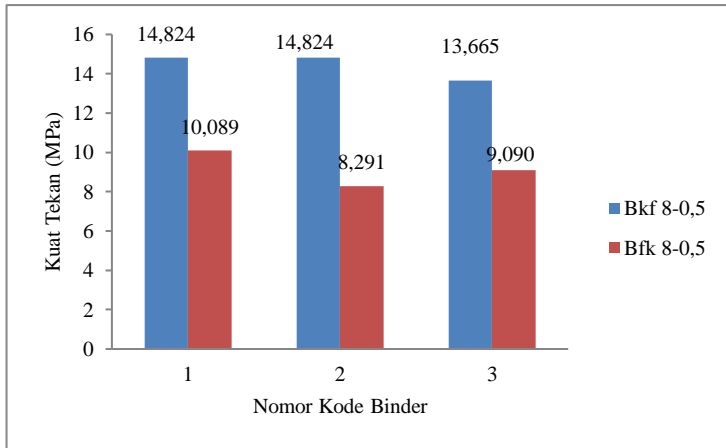


**Grafik 4. 12** Rata-rata Kuat Tekan Keseluruhan terhadap Umur Binder

Dari Grafik 4.12 diketahui bahwa kuat tekan BK 8-0,5 sebagai material utama bahan penyusun binder memiliki kuat tekan terkecil diantara variabel lainnya yaitu : 6.473 MPa sedangkan kuat tekan BFK 8-0,5 memiliki kuat tekan tertinggi, maka dibuat alternatif dengan perbandingan 75% + 25% pada kombinasi serbuk kerang dan *fly ash* dengan asumsi dapat menaikkan kuat tekan binder.

**Tabel 4. 13** Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% *Fly ash* (Bkf 8-0,5) dan 75% *Fly ash*+ 25% Serbuk kerang (Bfk 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Hasil Kuat Tekan (P) (kg)	Luas Permukaan Binder (A) (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) = P/A (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (fc) (Mpa)
Bkf 8-0,5	3 hari	1	742	4.909	151.159	14.824
		2	742	4.909	151.159	14.824
		3	684	4.909	139.343	13.665
	<b>Rata-rata</b>				<b>147.220</b>	<b>14.437</b>
Bfk 8-0,5	3 hari	1	505	4.909	102.878	10.089
		2	415	4.909	84.543	8.291
		3	455	4.909	92.692	9.090
	<b>Rata-rata</b>				<b>93.371</b>	<b>9.157</b>

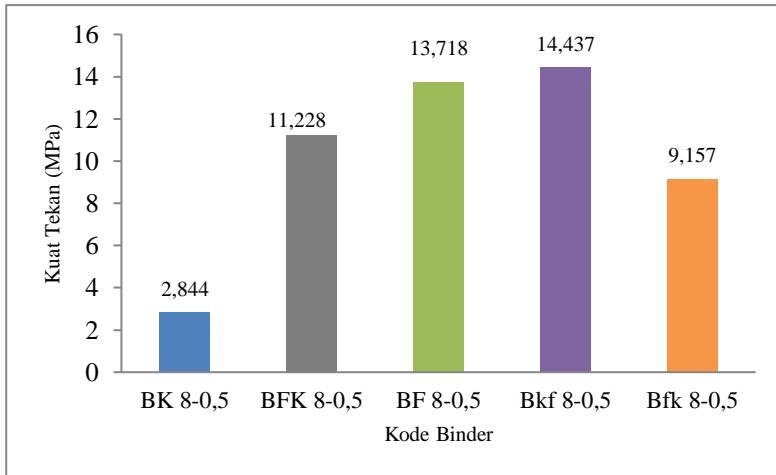


**Grafik 4. 13** Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% *Fly ash* (Bkf 8-0,5) dan 75% *Fly ash*+ 25% Serbuk kerang (Bfk 8-0,5)

**Tabel 4. 14** Kuat Tekan 75% Serbuk kerang+ 25% *Fly ash* (Bkf 8-0,5) dan 75% *Fly ash*+ 25% Serbuk kerang (Bfk 8-0,5)

Kode	Umur (3 hari)
BK 8-0,5	2.844
BFK 8-0,5	11.228
BF 8-0,5	13.718
Bkf 8-0,5	14.437
Bfk 8-0,5	9.157





**Grafik 4. 14** Kuat Tekan Rata-rata Keseluruhan Umur 3 Hari

Dari Grafik 4.14 diketahui bahwa pada umur 3 hari Bfk 8-0,5 memiliki kuat tekan tertinggi dengan nilai 14,437 MPa dibandingkan dengan BK 8-0,5 dengan kuat tekan 2.844 MPa. Karena BK 8-0,5 memiliki nilai kuat tekan yang rendah maka Bfk 8-0,5 dapat menjadi alternatif untuk menaikkan kuat tekan dengan komposisi serbuk kerang yang lebih banyak dibandingkan *fly ash*.

#### 4.2.6 Hasil Uji UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*)

Uji UPV dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui mutu beton dan homogenitas beton. Uji UPV dilakukan pada saat kubus berumur 3, 28, dan 56 hari yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Diploma Sipil, FTSP – ITS. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.8 – 4.12.

**Tabel 4. 15** Hasil Uji UPV 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Hasil UPV			Rata-rata (v) (m/s)	Rata-rata (v) per umur	Kualitas
			t (μs)	l (m)	v (m/s)			
BK 8-0,5	3 hari	1	31.7	0.050	1586	1487	1391	Meragukan
			38.2	0.050	1310			
			32.2	0.050	1550			
			33.3	0.050	1500			
		2	30.6	0.050	1630	1190		Meragukan
			38.2	0.050	1310			
			118.3	0.050	420			
			35.7	0.050	1400			
		3	35.3	0.050	1420	1495		Meragukan
			33.9	0.050	1480			
			33.1	0.050	1510			
			31.8	0.050	1570			
	28 hari	1	30.2	0.050	1660	1615	1655	Meragukan
			28.7	0.050	1740			
			27.6	0.050	1810			
			40.1	0.050	1250			
		2	28.9	0.050	1730	1740		Meragukan
			27.2	0.050	1840			
			31.8	0.050	1570			
			27.5	0.050	1820			
		3	34.1	0.050	1478	1610		Meragukan
			30.7	0.050	1630			
			28.9	0.050	1730			
			31.3	0.050	1600			
	56 hari	1	24.5	0.050	2040	2010	1963	Meragukan
			26.2	0.050	1910			
			23.9	0.050	2090			
			25	0.050	2000			
		2	24.8	0.050	2020	2018		Meragukan
			24.3	0.050	2060			
			24.2	0.050	2070			
			26.1	0.050	1920			
		3	26	0.050	1920	1863		Meragukan
			25	0.050	2000			
			25.2	0.050	1980			
			32.2	0.050	1550			

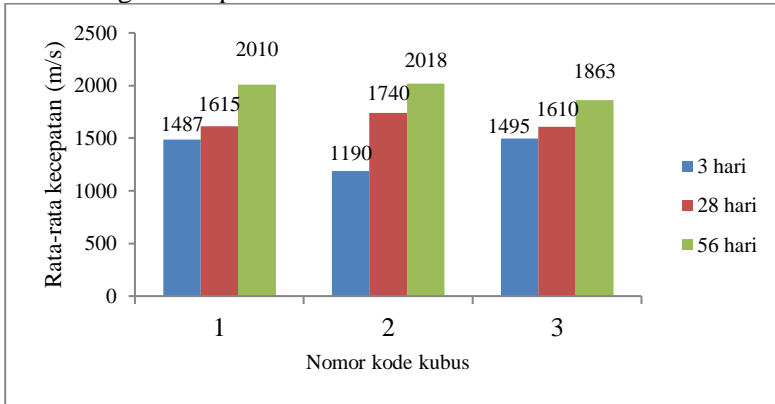
**Tabel 4. 16** Hasil Uji *UPV 50% Fly Ash + 50% Serbuk kerang*  
(BFK 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Hasil UPV			Rata-rata (v) (m/s)	Rata-rata (v) per umur	Kualitas
			t (μs)	l (m)	v (m/s)			
BFK 8-0,5	3 hari	1	26.1	0.050	1920	1910	1717	Meragukan
			26.6	0.050	1880			
			25.9	0.050	1930			
			26.2	0.050	1910			
		2	24.4	0.050	2050	1883		Meragukan
			28.2	0.050	1770			
			27.8	0.050	1800			
			26.2	0.050	1910			
		3	29.1	0.050	1720	1358		Meragukan
			92.2	0.050	540			
			24.1	0.050	2080			
			45.8	0.050	1090			
	28 hari	1	23.8	0.050	2100	2115	2103	Meragukan
			24.9	0.050	2010			
			23.7	0.050	2110			
			22.3	0.050	2240			
		2	25.1	0.050	1990	2110		Meragukan
			23	0.050	2170			
			22.8	0.050	2190			
			23.9	0.050	2090			
		3	21.6	0.050	2320	2083		Meragukan
			25.3	0.050	1980			
			24.9	0.050	2010			
			24.7	0.050	2020			
	56 hari	1	22.1	0.050	2260	2338	2322	Meragukan
			20.8	0.050	2400			
			20.8	0.050	2400			
			21.8	0.050	2290			
		2	20.5	0.050	2440	2448		Meragukan
			21.3	0.050	2350			
			19.9	0.050	2510			
			20.1	0.050	2490			
		3	22.2	0.050	2250	2180		Meragukan
			24.3	0.050	2060			
			22.9	0.050	2180			
			22.4	0.050	2230			

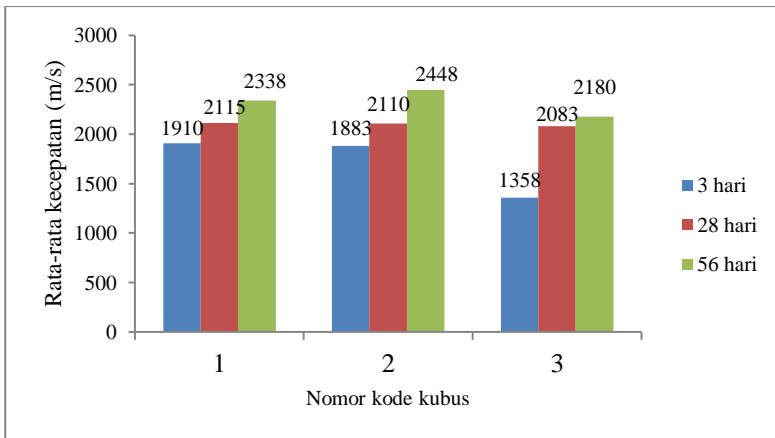
**Tabel 4. 17** Hasil Uji *UPV 100% Fly Ash (BF 8-0,5)*

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	Hasil UPV			Rata-rata (v) (m/s)	Rata-rata (v) per umur	Kualitas
			t (μs)	l (m)	v (m/s)			
BF 8-0,5	3 hari	1	24.7	0.050	2280	2490	2703	Meragukan
			25.8	0.050	2720			
			27.2	0.050	2580			
			28.2	0.050	2380			
		2	22.1	0.050	3090	2915		Meragukan
			23.8	0.050	2920			
			24.9	0.050	2810			
			24.6	0.050	2840			
		3	23.7	0.050	2930	2705		Meragukan
			26.1	0.050	2690			
			27.7	0.050	2530			
			26.3	0.050	2670			
	28 hari	1	23.2	0.050	2980	2973	3017	Meragukan
			23.1	0.050	2990			
			23.3	0.050	2970			
			23.5	0.050	2950			
		2	21.1	0.050	3190	3160		Cukup
			22.5	0.050	3050			
			21.3	0.050	3170			
			20.7	0.050	3230			
		3	22.1	0.050	3090	2918		Meragukan
			23.8	0.050	2930			
			24.9	0.050	2810			
			24.6	0.050	2840			
	56 hari	1	23.2	0.050	3590	3578	3557	Baik
			23.1	0.050	3570			
			23.1	0.050	3580			
			23.5	0.050	3570			
		2	21.1	0.050	3590	3570		Baik
			21.3	0.050	3550			
			21.3	0.050	3550			
			21.5	0.050	3590			
		3	22.1	0.050	3640	3523		Baik
			22.9	0.050	3660			
			22.9	0.050	3480			
			22.9	0.050	3310			

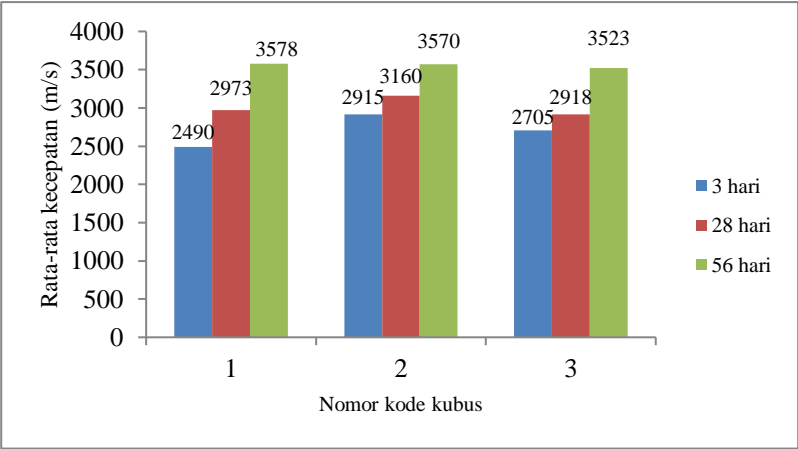
Dari hasil pengujian, maka uji *UPV* tiap variabel memiliki grafik seperti berikut :



**Grafik 4. 15** *UPV* Rata-rata 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)



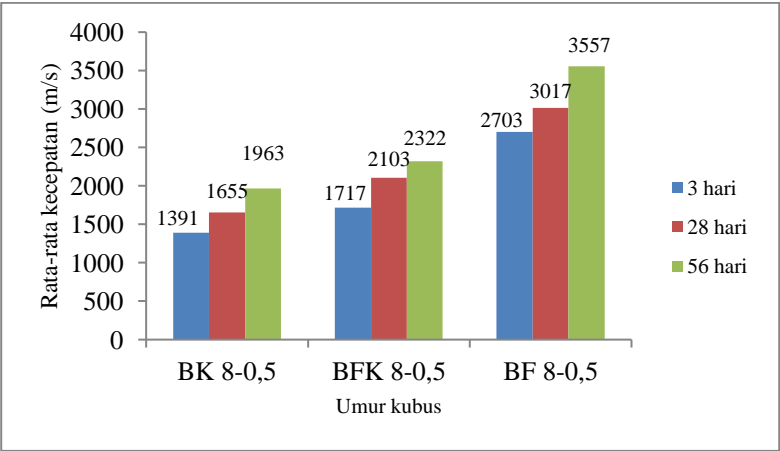
**Grafik 4. 16** *UPV* Rata-rata 50% *Fly Ash* + 50% Serbuk kerang (BKF 8-0,5)



**Grafik 4. 17** UPV Rata-rata Kubus 100 % Fly Ash (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 18** Rekapitulasi UPV Rata-rata Keseluruhan

Umur	BK 8-0,5	BFK 8-0,5	BF 8-0,5
3 hari	1391	1717	2703
28 hari	1655	2103	3017
56 hari	1963	2322	3557



**Grafik 4. 18** Rata-rata UPV Keseluruhan terhadap Umur Kubus

Dari Grafik 4.18 dapat diketahui bahwa BF 8-0,5 memiliki nilai kecepatan gelombang ( $v$ ) yang besar, BK 8-0,5 memiliki nilai ( $v$ ) yang kecil dan BFK 8-0,5 memiliki nilai ( $v$ ) diantara dua variabel lainnya, itu berarti semakin besar nilai ( $v$ ) maka semakin baik pula homogenitas dan mutu beton.

#### **4.2.7 Hasil Uji *Permeability***

Uji Permeabilitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas beton yang diuji pada permukaan beton itu sendiri. Uji *permeability* dilakukan pada saat kubus berumur 3, 28, dan 56 hari yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Diploma Sipil, FTSP – ITS. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.19 – 4.21.

**Tabel 4. 19** Hasil Uji *Permeability* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	$\rho_K$ $\Omega.cm$	pa (mbar)	tmax (s)	$\Delta P_{max}$ (mbar)	kT ( $\times 10^{-16} m^2$ )	L (mm)	Rata-rata kT	Kualitas Beton
BK 8-0,5	3 hari	1	10	679.2	720	-4.1	0.052	13	0.027	Baik
		2	10	897.5	720	-3.5	0.017	8.5		Baik
		3	10	857.6	720	-1.9	0.013	6.4		Baik
	28 hari	1	10	840.2	720	-4	0.027	10.4	0.015	Baik
		2	10	998.3	720	-2.9	0.008	6.3		Sangat baik
		3	10	1001.7	720	-3	0.009	6.5		Sangat baik
	56 hari	1	10	979.2	720	-1.4	0.002	3.2	0.008	Sangat baik
		2	10	997.5	720	-4.3	0.019	9.4		Baik
		3	10	986.9	720	-1.9	0.004	4.4		Sangat baik



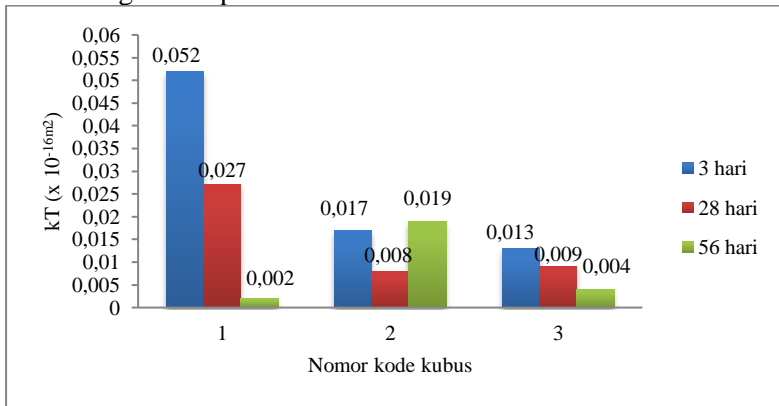
**Tabel 4. 20** Hasil Uji *Permeability* 50% *Fly Ash* + 50% Serbuk kerang (BFK 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	$\rho_K$ $\Omega.cm$	pa (mbar)	tmax (s)	$\Delta P_{max}$ (mbar)	kT ( $\times 10^{-16} m^2$ )	L (mm)	Rata-rata kT	Kualitas Beton
BFK 8-0,5	3 hari	1	10	865.9	720	-3.8	0.022	9.6	0.018	Baik
		2	10	908.9	720	-1.9	0.005	4.6		Sangat baik
		3	10	882.1	720	-4.4	0.028	10.9		Baik
	28 hari	1	10	839.8	720	-1.7	0.005	4.4	0.004	Sangat baik
		2	10	900.8	720	-1.9	0.005	4.6		Sangat baik
		3	10	997.3	720	-1.2	0.002	2.9		Sangat baik
	56 hari	1	10	956.2	720	-1.3	0.002	3.2	0.002	Sangat baik
		2	10	865.6	720	-1.5	0.004	4		Sangat baik
		3	10	942.7	720	-0.6	0.001	1.6		Sangat baik

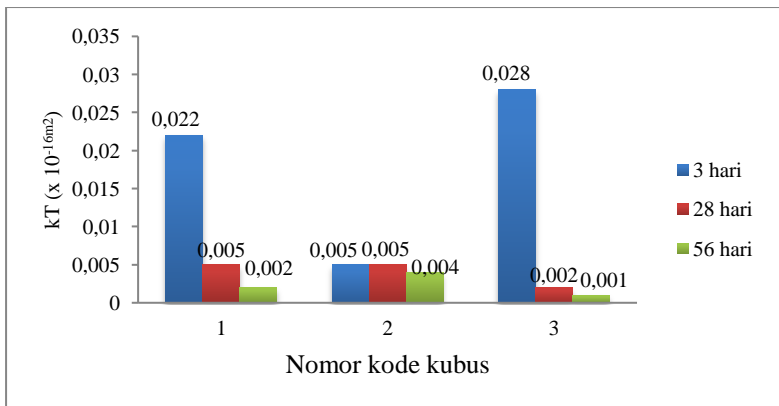
**Tabel 4. 21** Hasil Uji *Permeability* 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

Kode Binder	Umur	No. Kode Binder	$\rho_K$ $\Omega.cm$	pa (mbar)	tmax (s)	$\Delta P_{max}$ (mbar)	kT ( $\times 10^{-16} m^2$ )	L (mm)	Rata-rata kT	Kualitas Beton
BF 8-0,5	3 hari	1	10	878.5	720	-4.2	0.021	9.2	0.025	Baik
		2	10	882.4	720	-4.3	0.025	9.4		Baik
		3	10	831.6	720	-4.4	0.029	9.5		Baik
	28 hari	1	10	877.9	720	-4.2	0.021	9.2	0.022	Baik
		2	10	882.7	720	-4.3	0.025	9.4		Baik
		3	10	923.9	720	-3.6	0.019	7.9		Baik
	56 hari	1	10	871.2	720	-4.1	0.022	9.1	0.014	Baik
		2	10	935.4	720	-3.3	0.014	7.3		Baik
		3	10	977.3	720	-2.8	0.007	5.5		Sangat baik

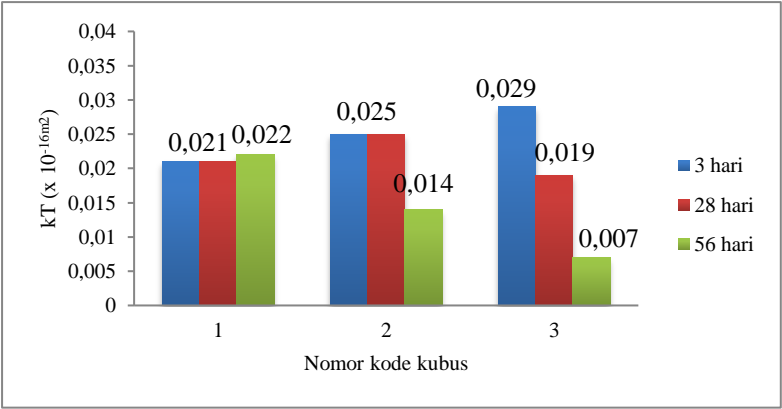
Dari hasil pengujian, maka *permeability* tiap variabel memiliki grafik seperti berikut :



**Grafik 4. 19** Permeability 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)



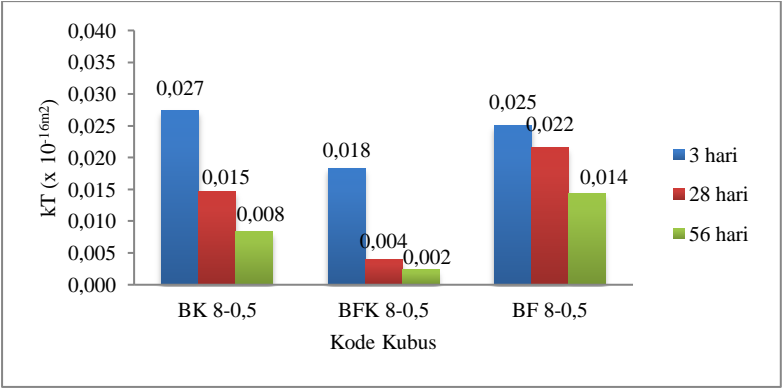
**Grafik 4. 20** Permeability 50% Fly Ash 50% Serbuk Kerang (BKF 8-0,5)



**Grafik 4. 21** *Permeability* Kubus 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 22** Rekapitulasi Rata-rata *Permeability* Keseluruhan

Umur (hari)	SK 8M-0,5	FA 8M-0,5	FA 50% SK 8M-0,5
3	0.027	0.025	0.018
28	0.015	0.022	0.004
56	0.008	0.014	0.002



**Grafik 4. 22** Rata-rata *Permeability* Keseluruhan terhadap Umur Kubus

Dari Grafik 4.22 dapat diketahui bahwa *permeability* BK 8-0,5 memiliki nilai kT yang paling besar diantara variabel lainnya, beton yang paling baik adalah BFK 8-0,5 dengan semakin menurunnya angka kT dan mendekati nol menandakan bahwa kerapatan beton dan kualitas semakin baik.

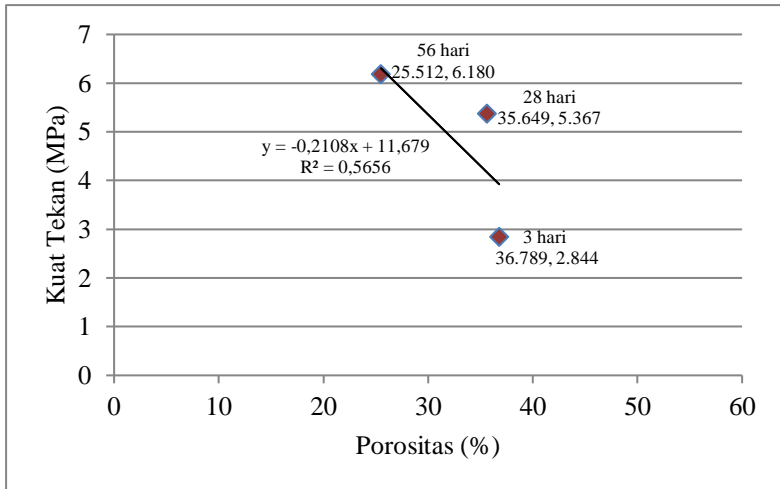
### 4.3 Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, *UPV*, dan *Permeability*

Untuk mengetahui hubungan antara nilai porositas, kuat tekan, kepadatan dan sifat permeabel pada binder maka akan disajikan pada Tabel dan grafik.

#### 4.3.1 Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, *UPV*, dan *Permeability* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

**Tabel 4. 23** Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

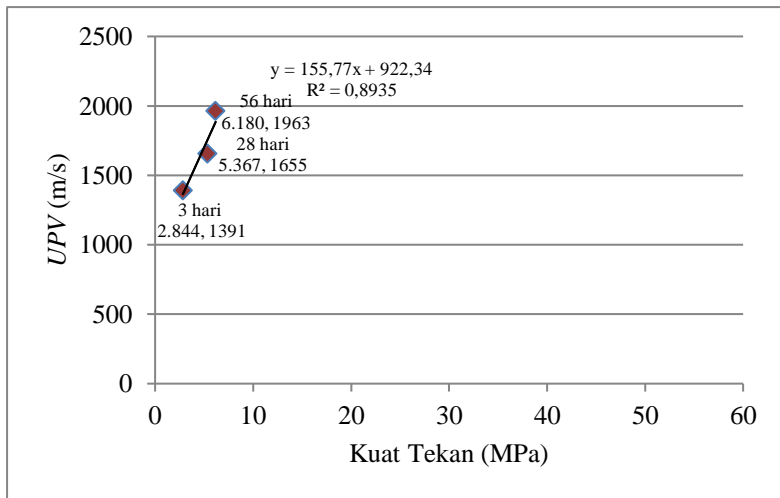
Kode Binder	Porositas (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Umur
BK 8-0,5	36.789	2.844	3 hari
	35.649	5.367	28 hari
	25.512	6.180	56 hari



**Grafik 4. 23** Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

**Tabel 4. 24** Rata-rata Kuat Tekan dan *UPV* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

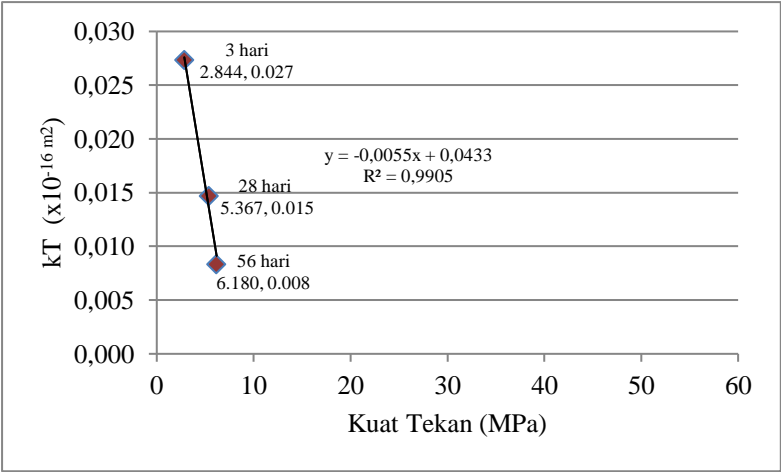
Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	<i>UPV</i> (m/s)	Umur
BK 8-0,5	2.844	1391	3 hari
	5.367	1655	28 hari
	6.180	1963	56 hari



**Grafik 4. 24** Hubungan Kuat Tekan dan *UPV* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

**Tabel 4. 25** Rata-rata Kuat Tekan dan *Permeability* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	kT ( $\times 10^{-16} \text{ m}^2$ )	Umur
BK 8-0,5	2.844	0.027	3 hari
	5.367	0.015	28 hari
	6.180	0.008	56 hari



**Grafik 4. 25** Hubungan Kuat Tekan dan *Permeability* 100% Serbuk Kerang (BK 8-0,5)

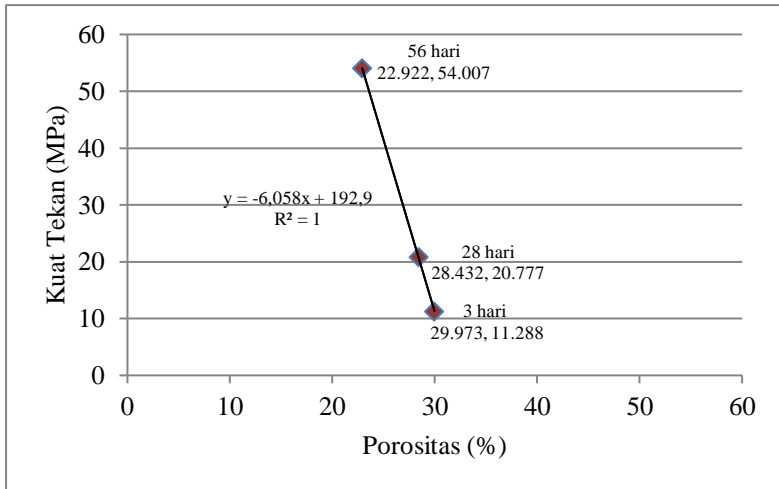
Dari Grafik 4.23 – 4.25 dapat diketahui dan pada BK 8-0,5 dengan semakin besar nilai porositas dan *permeability* terhadap umur binder maka semakin kecil nilai *UPV* dan kuat tekan yang dihasilkan, karena binder memiliki banyak pori-pori yang berarti binder tersebut memiliki tingkat kerapatan yang kurang baik sehingga menghasilkan kuat tekan yang kurang baik.

**4.3.2 Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, *UPV*, dan *Permeability* 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)**

**Tabel 4. 26** Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

Kode Binder	Porositas (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Umur
BFK 8-0,5	29.973	11.228	3 hari
	28.432	20.777	28 hari
	22.922	54.007	56 hari

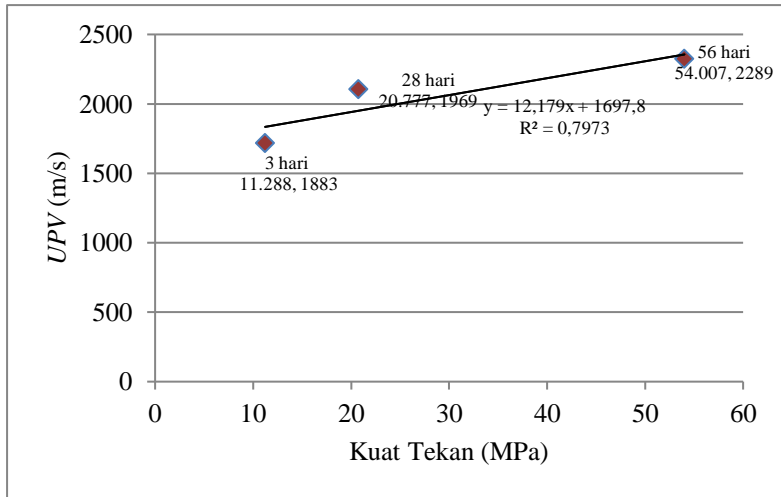




**Grafik 4. 26** Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

**Tabel 4. 27** Rata-rata Kuat Tekan dan *UPV* 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

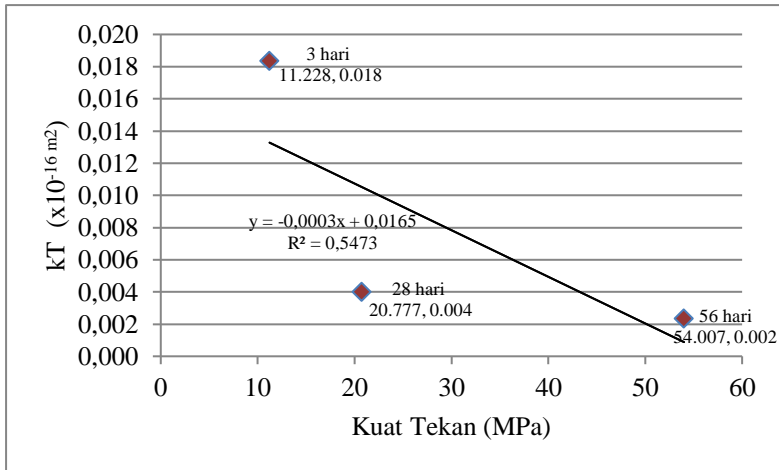
Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	<i>UPV</i> (m/s)	Umur
BFK 8-0,5	11.228	1717	3 hari
	20.777	2103	28 hari
	54.007	2322	56 hari



**Grafik 4. 27** Hubungan Kuat Tekan dan UPV 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

**Tabel 4. 28** Rata-rata Kuat Tekan dan *Permeability* 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	kT (x10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> )	Umur
BFK 8-0,5	11.228	0.018	3 hari
	20.777	0.004	28 hari
	54.007	0.002	56 hari



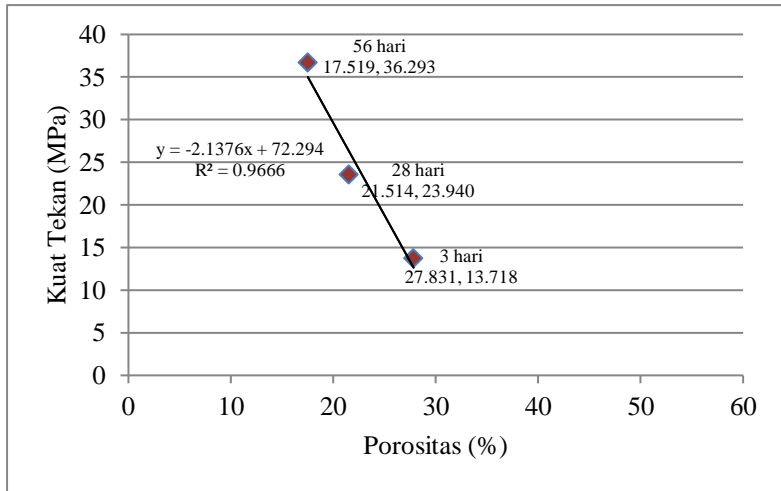
**Grafik 4. 28** Hubungan Kuat Tekan dan *Permeability* 50% *Fly Ash*+50% Serbuk Kerang (BFK8-0,5)

Dari Grafik 4.26 – 4.28 dapat diketahui dan pada BFK 8-0,5 dengan semakin kecil nilai porositas dan *permeability* terhadap umur binder maka semakin besar nilai *UPV* dan kuat tekan yang dihasilkan, karena binder memiliki sedikit pori-pori yang berarti binder tersebut memiliki tingkat kerapatan yang baik sehingga menghasilkan mutu beton yang baik pula.

#### 4.3.3 Hubungan antara Porositas, Kuat Tekan, *UPV*, dan *Permeability* 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 29** Rata-rata Porositas dan Kuat Tekan 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

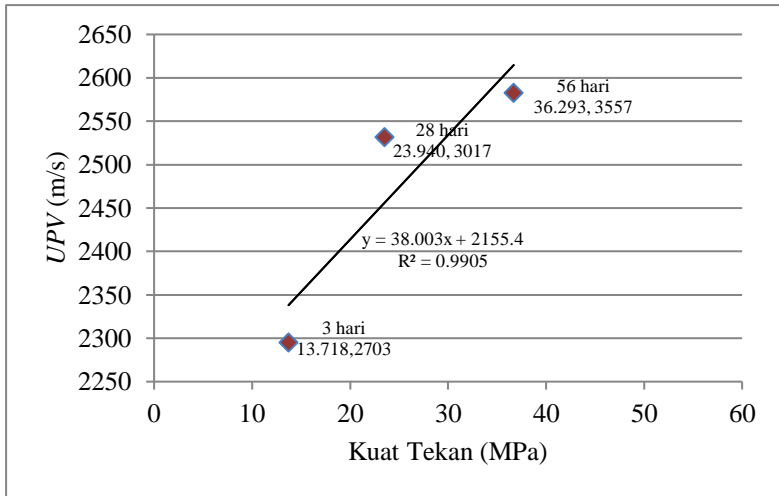
Kode Binder	Porositas (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Umur
BF 8-0,5	27.831	13.718	3 hari
	21.514	23.940	28 hari
	17.519	36.293	56 hari



**Grafik 4. 29** Hubungan Porositas dan Kuat Tekan 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 30** Rata-rata Kuat Tekan dan *UPV* 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

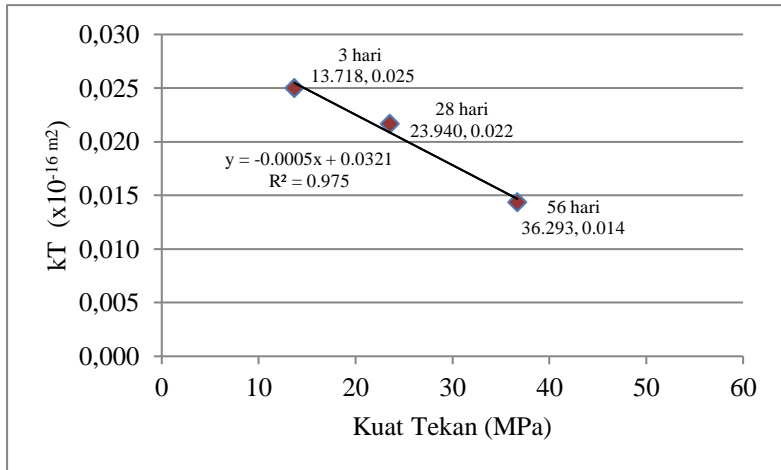
Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	<i>UPV</i> (m/s)	Umur
BF 8-0,5	13.718	2703	3 hari
	23.940	3017	28 hari
	36.293	3557	56 hari



**Grafik 4. 30** Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Fly Ash (BF 8-0,5)

**Tabel 4. 31** Rata-rata Kuat Tekan dan *Permeability* 100% Fly Ash (BF 8-0,5)

Kode Binder	Kuat Tekan (Mpa)	kT ( $\times 10^{-16} \text{ m}^2$ )	Umur
BF 8-0,5	13.718	0.025	3 hari
	23.940	0.022	28 hari
	36.293	0.014	56 hari



**Grafik 4. 31** Hubungan Kuat Tekan dan *Permeability* 100% *Fly Ash* (BF 8-0,5)

Dari Grafik 4.29 – 4.31 dapat diketahui dan pada BF 8-0,5 dengan semakin kecil nilai porositas dan *permeability* terhadap umur binder maka semakin besar nilai *UPV* dan kuat tekan yang dihasilkan, karena binder memiliki sedikit pori-pori yang berarti binder tersebut memiliki tingkat kerapatan yang baik sehingga menghasilkan mutu beton yang baik pula.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari serangkaian penelitian dengan benda uji silinder dan kubus ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Serbuk kerang mengandung  $\text{CaO}$  97.59%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.29%,  $\text{SiO}_2$  1.12%, dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.39% dengan kandungan kalsium yang tinggi dapat mengganggu proses polimerisasi dan mengubah mikrostruktur.
2. Komposisi BFK 8-0,5 dengan nilai *UPV* dan kuat tekan tinggi (54.007 MPa) pada umur 56 hari dan berbanding terbalik dengan nilai porositas serta *permeability* yang dihasilkan memiliki pengaruh yang kuat dibandingkan dengan komposisi BK 8-0,5 dengan nilai *UPV* dan kuat tekan rendah (6.180 MPa) pada umur 56 hari dan berbanding terbalik dengan nilai porositas serta *permeability* dan pada komposisi BF 8-0,5 nilai *UPV* dan kuat tekan yang relatif tinggi (36.293 MPa) pada umur 56 hari dan berbanding terbalik dengan nilai porositas serta *permeability*. Karena komposisi BK 8-0,5 masih memiliki nilai kuat tekan yang rendah, maka dibuat data tambahan pada binder umur 3 hari dengan komposisi 75% serbuk kerang + 25% *fly ash* dengan nilai kuat tekan (14.437 MPa) dan 75% *fly ash* + 25% serbuk kerang dengan nilai kuat tekan (9.157 MPa).
3. Penggunaan serbuk kerang dengan komposisi 100% belum efektif, karena memiliki nilai kuat tekan yang rendah dibandingkan dengan *fly ash* ataupun campuran serbuk kerang dengan *fly ash*.

## 5.2 Saran

Dari serangkaian penelitian dengan benda uji silinder dan kubus yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk selanjutnya, yaitu :

1. Jika menggunakan komposisi serbuk kerang 100% maka perlu adanya penambahan material lokal lain atau zat kimia untuk memperlambat *setting time*, karena serbuk kerang memiliki kadar CaO lebih dari 90% yang menyebabkan binder cepat mengeras.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan komposisi 75% serbuk kerang + 25% *fly ash*
3. Perlu dilakukan pengujian pada beton geopolmer terhadap pembebanan karena memiliki nilai kuat tekan yang cukup tinggi.



## DAFTAR PUSTAKA

- ACI. (1993). *Manual of Concrete Practice. parts 1 226.3R-3.*
- ASTM C 642-90. (1991). *Standard Test Method for Spesific Gravity, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.*
- ASTM C618. (1994). *Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement Concrete, 04(02).*
- ASTM C 191-01a. (2002). *Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle, 04(01).*
- ASTM C-39. (2002). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.*
- (2002). *SNI 03-6414.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- ASTM C597. (2003). *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete.*
- BS 1881 : Part 203. (1986). *Recommendations for Measurement of Velocity of Ultrasonic Pulse in Concrete.* London: British Standards Institution.
- Davidovits, J. (1994). *Properties of Geopolymer Cements. Alkaline Cements and Concretes* (pp. 1-19). Saint Quentin, France: Kiev State Technical University, Kiev, Ukraine.

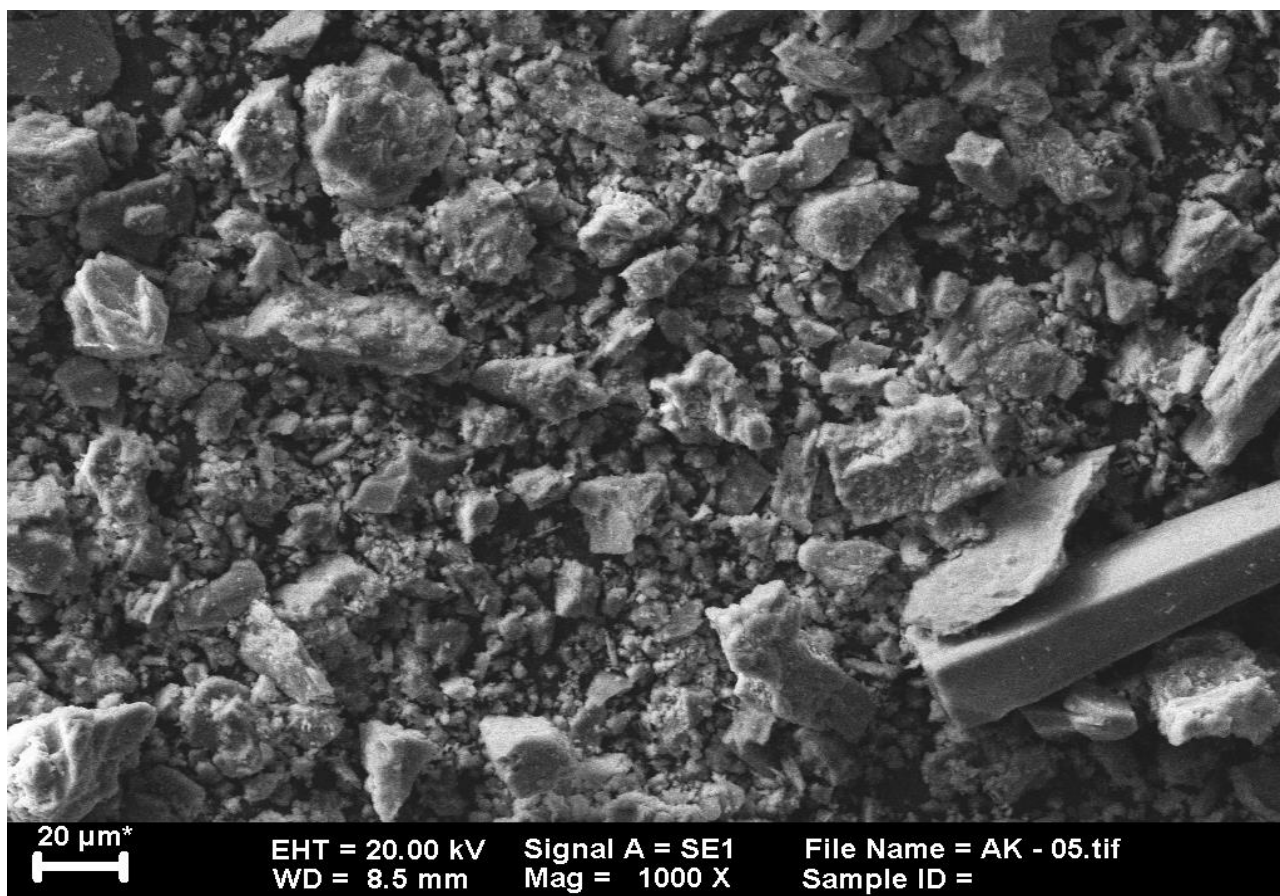
- Hardjito, D., Wallah, S. E., Sumajouw, D. M., & Rangan, B. V. (2004). Factors Influencing the Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, 6(2), 88-93.
- Hardjito, D.; Rangan, B.V. (2005). *Development and Properties of Low Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Research Report GC 1, University of Technology, Faculty of Engineering, Perth, Australia.
- Lasryza, A., & Sawitri, D. (2012). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben Emisi Gas CO Pada Kendaraan Bermotor. *Teknik Pomits* , 1(1).
- Liangsari, O., & Wardhono, A. (2016). Pengaruh Penambahan Limbah Kerang Terhadap Waktu Pengikatan Awal, Workability, dan Kuat Tekan pada Pembuatan Beton Geopolymer dengan Temperatur Normal. *Rekayasa Teknik Sipil*, 02(02), 23-30.
- Liemawan, A. E. (2015). *Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (Perna Viridis L.) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Teknik Sipil , Surabaya.
- Malhotra, V. M. (1999). "Making Concrete 'Greener' with Fly Ash. *ACI Concrete International*, 21, pp. 61-66.
- Maryam, S. (2006). *Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang sebagai Filter terhadap Sifat-Sifat dari Mortar*. Universitas Sumatera Utara, Fakultas MIPA, Medan.

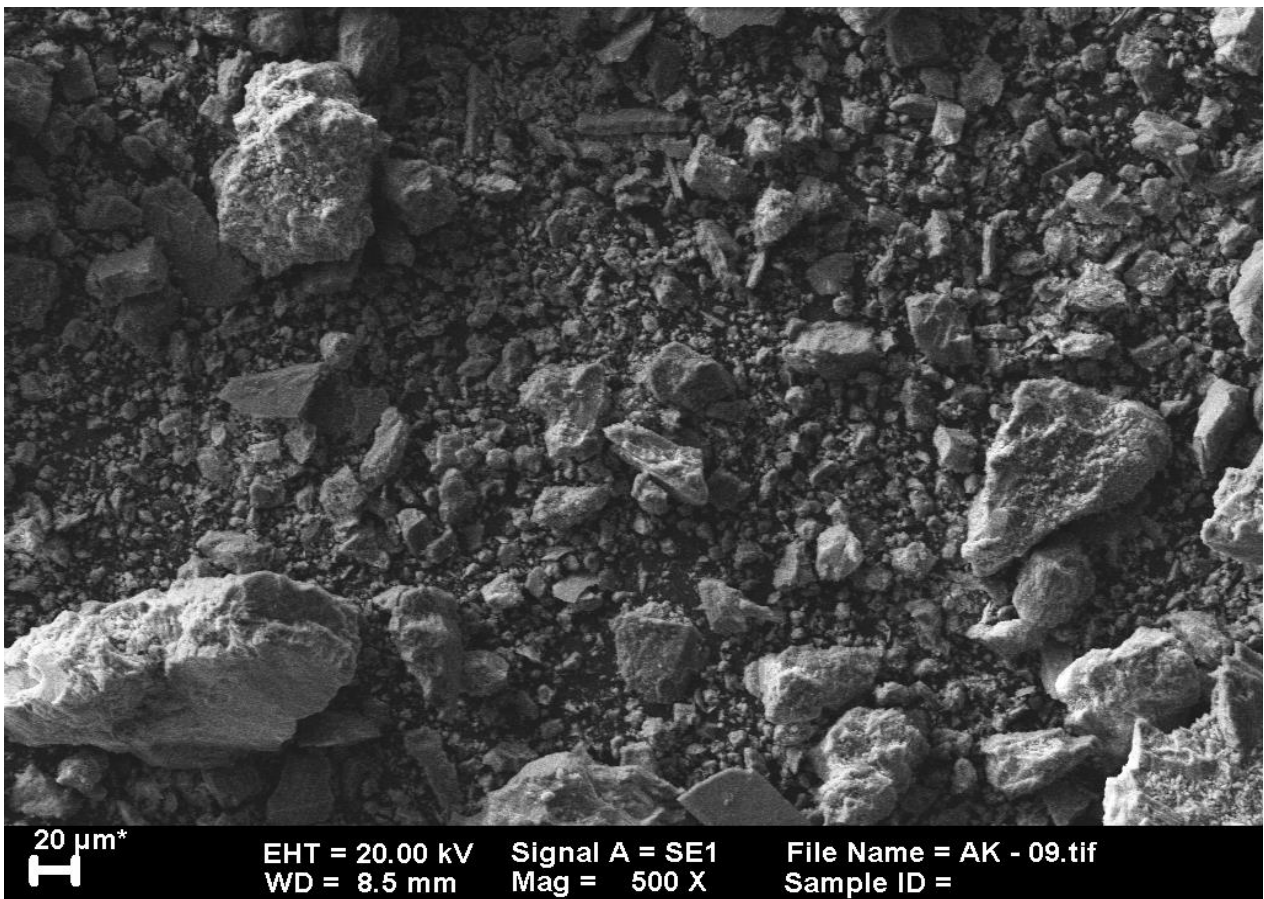
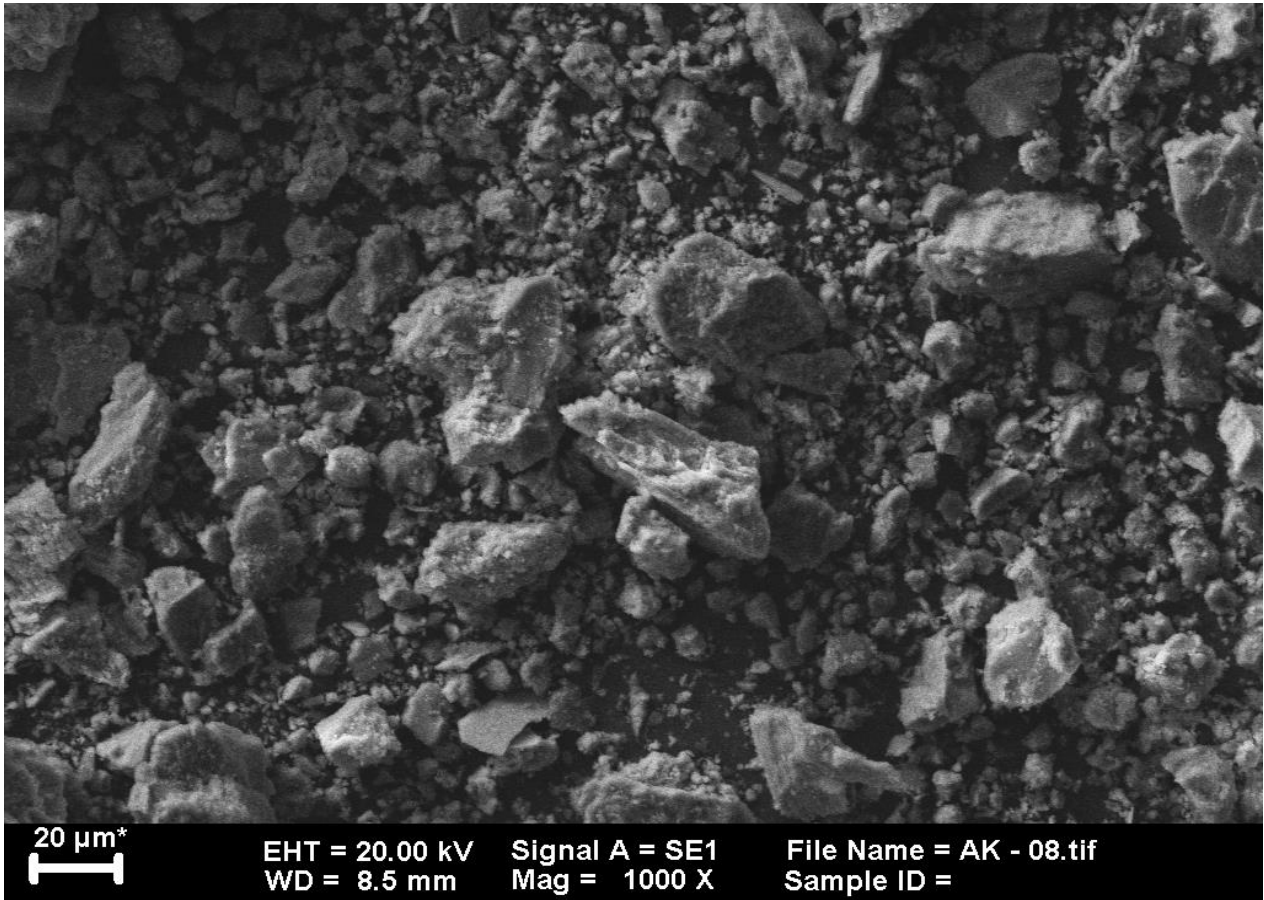
- Nath, P., & Sarker, P. (2014). Effect of GGBFS of Setting, Workability and Early Strength Properties of Fly Ash Geopolymer Concrete Cured in Ambient Condition. *Construction and Building Materials*, 66, 163-171.
- Peraturan Pemerintah No. 85. (1999). *Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.
- Priadana, K. A. (2012). *Karakterisasi Fly Ash Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Teknik Sipil dan Perencanaan, Surabaya.
- Riger, M., Marthin, S., & Reky, W. S. (2014, September). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash). *Jurnal Sipil Statistik*, 2(6), 277-282.
- Risdanareni, P., Triwulan, & Ekaputri, J. J. (2014). Pengaruh Molaritas Aktifator Alkalin Terhadap Kuat Mekanik Beton Geopolimer dengan Tras Sebagai Pengisi. *Inovasi Struktur dalam Menunjang Konektivitas Pulau di Indonesia, Seminar Nasional X*, pp. 847-856. Surabaya.
- Siregar, S. M. (2009). *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Tesis, Universitas Sumatera Utara, Sekolah Pascasarjana Magister Ilmu Fisika, Medan.
- Sumajouw, M. D., & Rangan, B. V. (2006). *Low - Calcium Fly Ash - Based Geopolymer Concrete : Reinforced Beams and Columns*. Research Report GC3, University of Technology Perth, Faculty of Engineering, Perth.

- Syafpoetri, N. A. (2013). *Pemanfaatan Pembuatan Abu kulit Kerang (Andara Grandis) untuk Pembuatan Ekosemen*. Universitas Riau, Fakultas Teknik , Riau.
- T.D., A. O. (2009). *Teknologi Penginderaan Mikroskopi*. Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam , Surakarta.
- Utomo, J. P., & Sandy, K. (2007). *Komposisi dan Karakteristik Beton Geopolymer dari Fly Ash Tipe C dan Tipe F*. Skripsi, Universitas Kristen Petra, Teknik Sipil, Surabaya.
- www.detik.com*. (2016, Maret 25). Retrieved Mei 04, 2016, from Pesisir Bulak akan Jadi Kampung Wisata, Limbah Kerang Masih Jadi Masalah: [www.detik.com](http://www.detik.com)

## **LAMPIRAN**

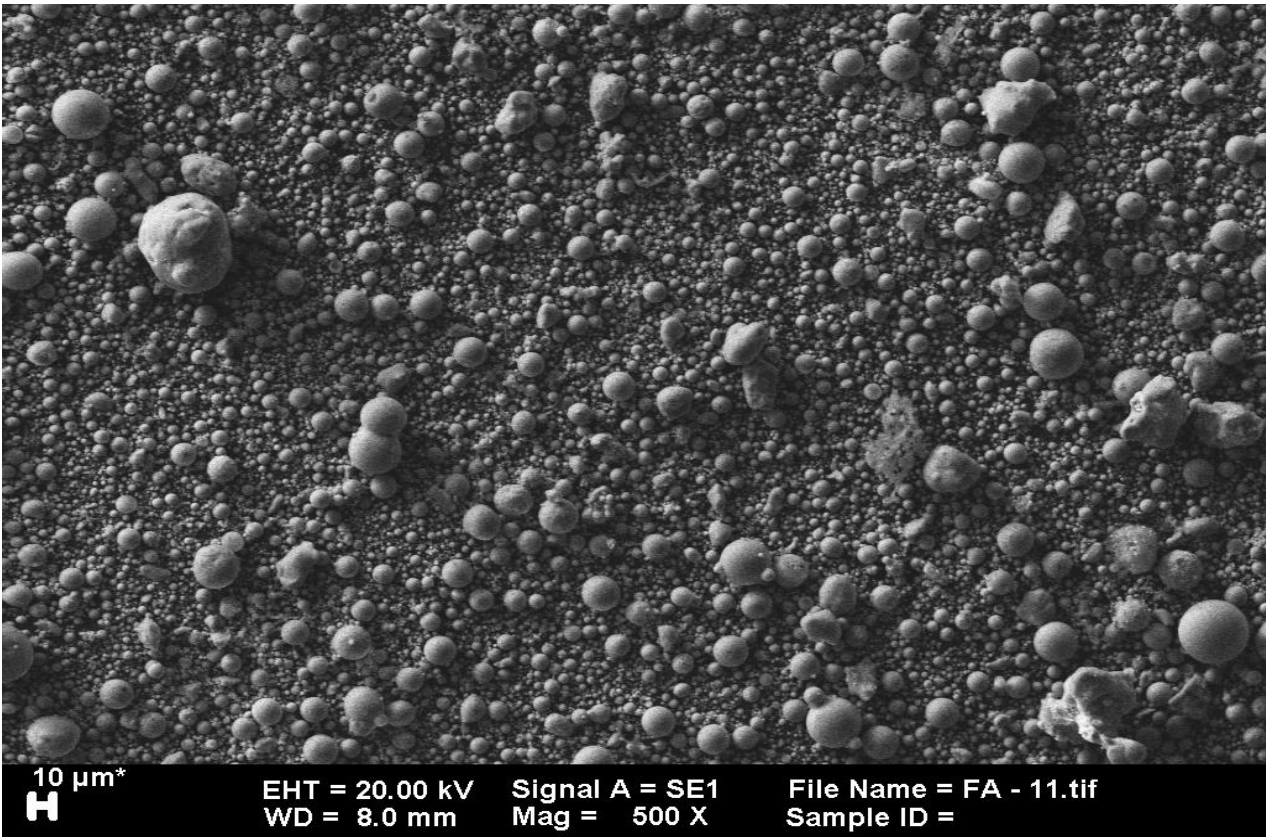
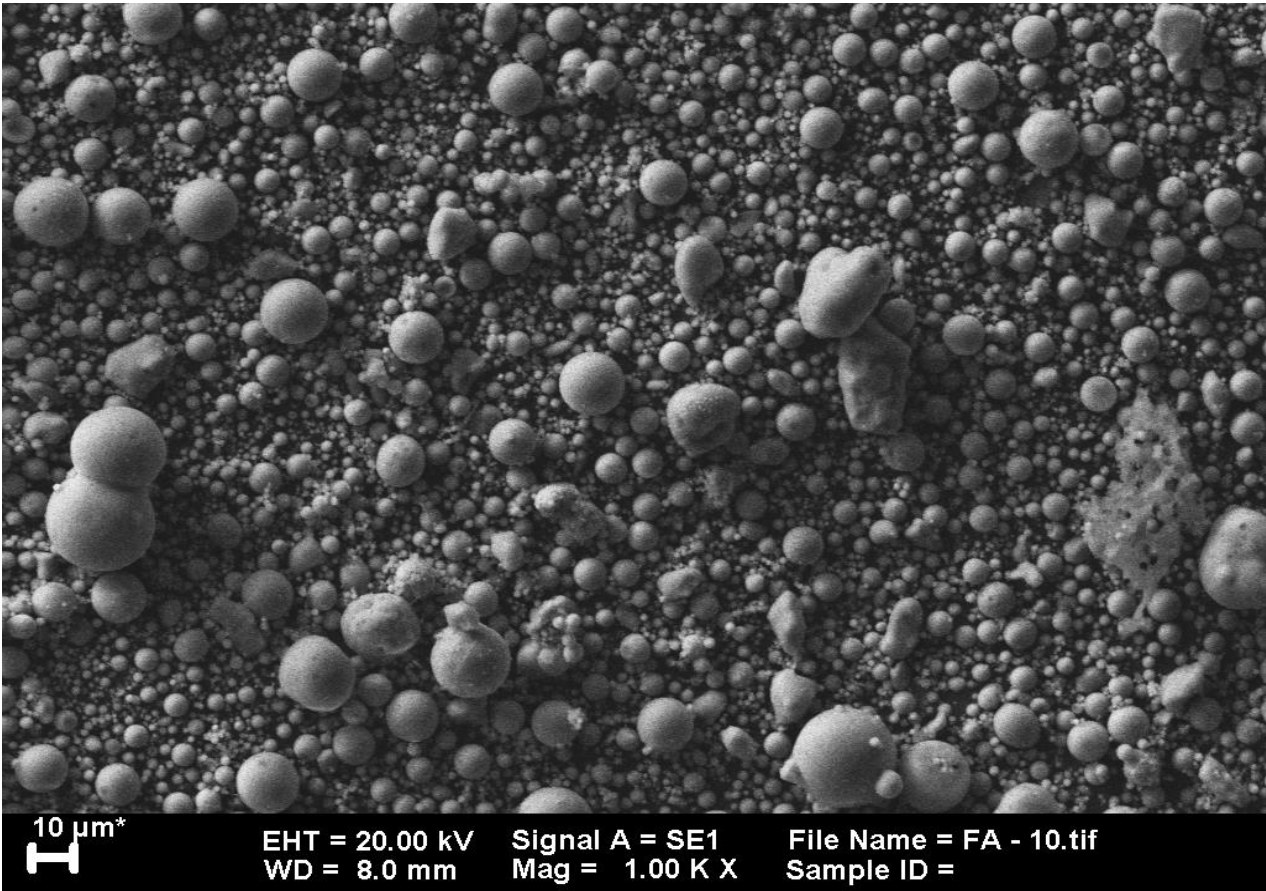
a.1 Uji *SEM-EDX* Serbuk Kerang



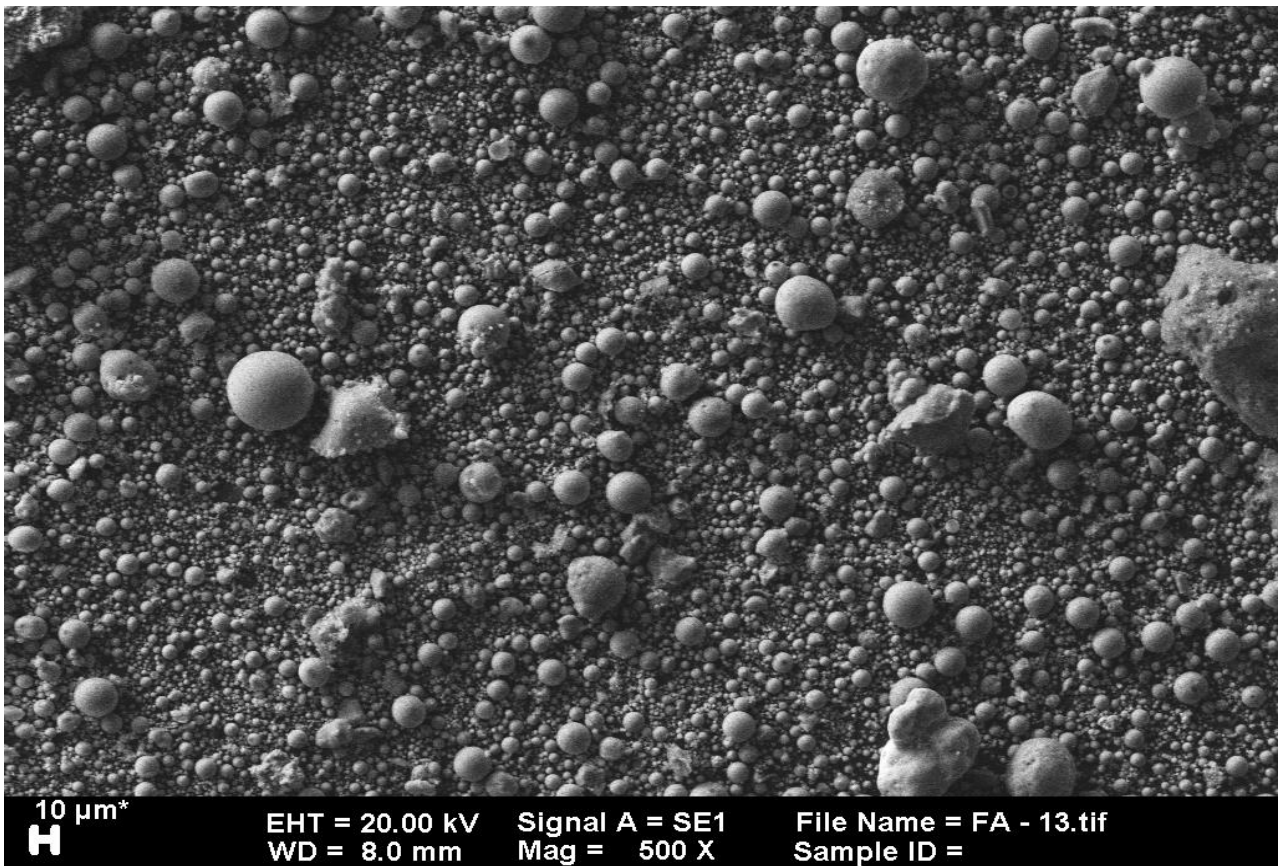
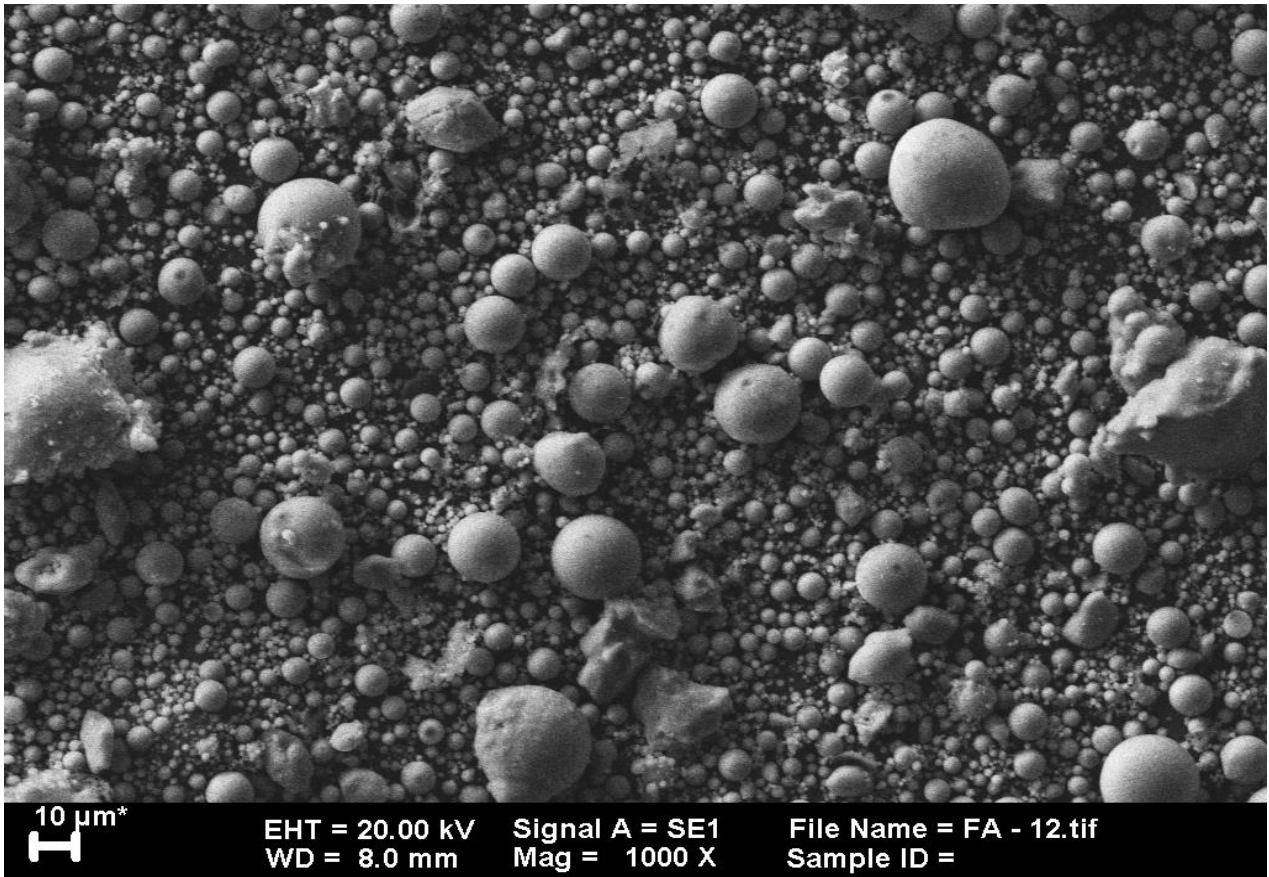




a.2 Uji SEM-EDX Fly Ash



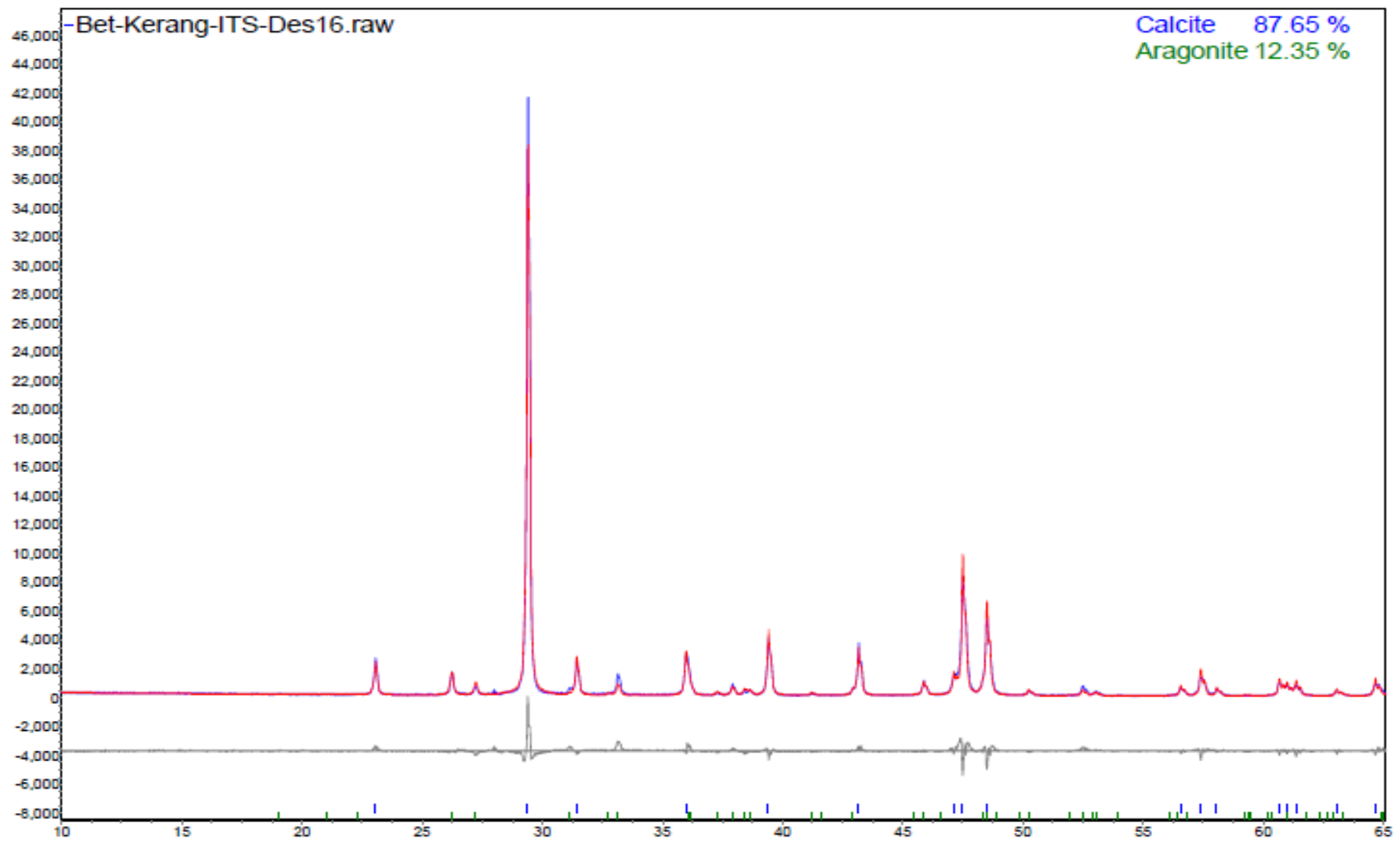




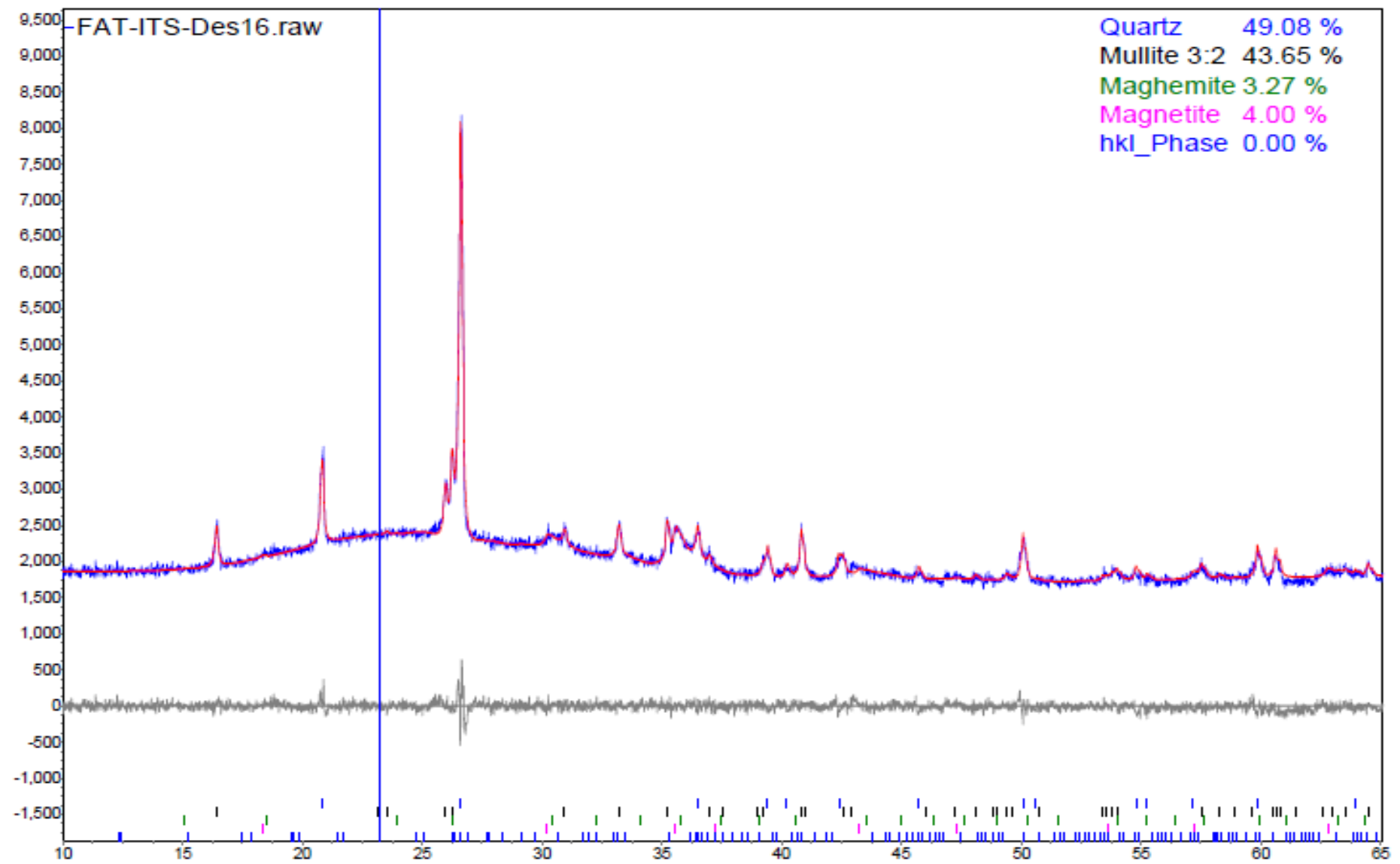
b. Hasil Uji *XRF* Serbuk Kerang (AKER) dan *Fly Ash* (FAT)

		KODE	
		unknown1	unknown6
Z	PARAMETER	FAT	AKER
6	F	<	<2e
7	Na2O	0.6450	
8	MgO	2.6200	0.1970
9	Al2O3	24.2500	0.2920
10	SiO2	47.1000	1.1200
11	P2O5	0.1880	0.0450
13	SO3	0.2060	0.2640
15	Cl	<	
17	K2O	1.6400	0.0235
18	CaO	5.8300	97.5900
19	Sc2O3	0.0019	0.0063
20	TiO2	1.1600	0.0260
21	V2O5	0.0459	<2e
22	Cr2O3	0.0533	0.0055
23	MnO	0.1010	0.0183
24	Fe2O3	16.0700	0.3860
25	Co3O4	0.0045	<
26	NiO	0.0201	<2e
27	CuO	0.0117	0.0185
28	ZnO	0.0297	0.0079
52	La2O3	<	<2e
53	CeO2	0.0065	<
55	Nd2O3	0.0033	<2e
68	WO3	<	<
LOI			
SUM			




c.1 Uji XRD Serbuk Kerang








c.2 Uji XRD Fly Ash







**LOG BOOK PENELITIAN TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN BINDER GEOPOLIMER DENGAN 6 BAHAN DASAR BERBEDA**  
**(BOTTOM ASH, SANDBLAST, KARBIT, KERANG, AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI)**  
**DAN FLY ASH SEBAGAI PEMBANDING DAN SENYAWA KIMIA  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  SERTA NaOH MOLARITAS 8 M & 12 M SEBAGAI**  
**AKTIVATOR**

Hari dan Tanggal	Kegiatan	Anggota	Tempat	Waktu	Kendala dan Solusi	Dokumentasi
Rabu, 04-May-16	Survey cangkang kerang ke pantai Kenjeran	Freizna	Pantai Kenjeran	13.30-15.00	<b>Kendala :</b> Kerang bulu sedang tidak musim  <b>Solusi :</b> Mencari industri rumahan atau pabrik yang menggunakan cangkang kerang bulu	
Jum'at, 03-Jun-16	1. Survey furnace di MAMET	Freizna, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Tidak bisa furnace selain mayat  <b>Solusi :</b> Survey ke tempat lain yang ada furnancenya	 
	2. Survey furnace ke ARIO pembakaran mayat		Surabaya			
Rabu, 08-Jun-16	Pesan cangkang kerang ke industri rumahan di sekitar pantai kenjeran	Freizna	Kenjeran	15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	





Senin, 13-Jun-16	1. Survey ke kenjeran (furnance)	Freizna, Aprilia	Kenjeran	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Tidak menemukan cangkang kerang dan untuk furnance tidak dapat perijinan  <b>Solusi :</b> Mencari info penjualan cangkang kerang lewat internet	
	2. Survey ke simokerto surabaya (furnance)	Alvi, Paramita	Simokerto			
Selasa, 14-Jun-16	Survey harga bahan kimia NaOH, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> & Aquades	Freizna, Alvi, Nandia	Jasarendra, Pucang	10.00 – 13.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
Rabu, 15-Jun-16	Pengambilan cangkang kerang dan drop ke kampus	Freizna, Aprilia, Paramita, Alvi	Kenjeran Kampus ITS Manyar	11.00 – 13.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
Kamis, 16-Jun-16	Asistensi dengan bu Yani mengenai SEM, XRD dan XRF	Paramita	Kampus ITS Sukolilo	13.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
Jum'at,	1. Survey ke pembuatan batu bata mojosari (furnance)	Freizna, Alvi	Mojosari-	08.00 – 19.00	<b>Kendala :</b>	




17-Jun-16	2. Survey ke tjiwi kimia (furnance)		mojokerto		Tidak mendapatkan ijin dari tjiwi kimia dan tidak dapat menggunakan furnance batu bata karena tidak bisa mengukur suhu  <b>Solusi : -</b>	
Senin, 20-Jun-16	Survey furnance di LAB. Energi ITS	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
Kamis, 14-Jul-16	1. Asistensi dengan bu Sri Subekti	Nandia, Paramita	Kampus ITS Manyar	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Cetakan banyak yang rusak sehingga membutuhkan cetakan baru  <b>Solusi :</b> Beli Cetakan baru	
	2. Cek alat dan cetakan binder					
	3. Mengurus administrasi (surat menyurat)					
Senin, 18-Jul-16	Penjemuran sekam padi	Ilmi	Situbondo	09.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
Rabu, 20-Jul-16	Survey untuk membaca senyawa pada bahan uji	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00		
Kamis,	Mengurus administrasi (surat menyurat)	Alvi, Nandia	Kampus ITS	10.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>	














21-Jul-16			Manyar		Solusi : -	
	Survey alat cetakan binder		Ngagel			
Senin, 25-Jul-16	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	JMP - Tulangan	09.00 – 16.00	Kendala : -  Solusi : -	
	Survey NaOH, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Survey cetakan silinder binder resin	Paramita, Aprilia	Embong Malang			
Selasa, 26-Jul-16	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan	09.00 – 15.00	Kendala : Pebrik/ perusahaan tidak menerima jasa furnance  Solusi : Mencari tempat furnace lain	
	Mengurus surat perijinan praktikum	Paramita, Aprilia	kampus ITS Manyar			
	Survey ke Osowilangun / Gresik (furnace)	Ilmi, Freizna	Oso / Gresik			
Rabu, 27-Jul-16	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : -  Solusi : -	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Pengetesan senyawa pada abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Kampus ITS Sukolilo			
	Mengurus perijinan karbit	Nandia, Aprilia	Sidoarjo			
Senin, 01-Agust-16	Perijinan pengambilan abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Tulangan	09.00 – 15.00	Kendala : -  Solusi : -	
	Beli cetakan binder geopolimer ukuran 20 x 40 mm	Freizna, Aprilia	Embong Malang			
	Mengurus akomodasi pengambilan karbit	Nandia	Sidoarjo			
	Survey furnace	Ilmi	Situbondo			
Selasa, 02-Agust-16	Pelarutan NaOH 12 M	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -  Solusi : -	
	Membuat schedule laboratorium					
	Membuat anggaran dana					











	Pengambilan karbit	Nandia	Sidoarjo			
<b>Rabu, 03-Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (sanblast) umur 56 hari	Paramita, Aprilia, Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Sandblasting geopolimer selama 3minggu tidak keras di dalam cetakan.	
	Survey Furnance	Ilmi, Freizna	Balongsendo-Krian			
<b>Kamis, 04-Agust-16</b>	Pengambilan Bahan Fly Ash & Bottom Ash – perijinan surat-surat ke PJB	full team	Probolinggo	09.00 – 22.00	<b>Kendala :</b> Volume fly ash dan bottom ash yang bisa di ambil terbatas.  <b>Solusi : -</b>	 

<b>Jum'at, 05-Agust- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit 12 M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Pada komposisi 74:26 pasta tidak menyatu  <b>Solusi :</b> Menurunkan komposisi	
<b>Sabtu, 06-Agust-16</b>	Pengambilan dan drop abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan - Kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Senin, 08-Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (fly ash dan sandblasting) umur 56 hari	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Sandblast yang dihasilkan cair dan tidak padat  <b>Solusi :</b> Treatment oven dan di kombinasi dengan fly ash.	
	Membuat administrasi penggunaan Mesin Los Angeles	Freizna	kampus ITS Manyar	10.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	






Selasa, 09-Agust-16	Pelarutan NaOH 12 M	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengayakan abu ampas tebu	Alvi, Nandia, ilmi				
Rabu, 10-Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Pada saat pengemixan perbandingan 72:28 pasta tidak menyatu  <b>Solusi :</b> Menurunkan perbandingan yang digunakan.	 
	Pengiriman Sekam Padi dari Situbondo yang disimpan di lab. Baja Diploma Sipil ITS, Surabaya					
	Penghancuran Cangkang Kerang					
Kamis, 11-Agust-16	Pengambilan hasil uji senyawa abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Saat penghancuran kerang harus sedikit2 karena kapasitas alat tidak memadai. <b>Solusi : -</b>	
	Penghancuran Cangkang Kerang	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar			







Jum'at, 12-Agust- 16	Furnace sekam padi	Ilmi, Alvi	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	Kendala : -  Solusi : -	 
	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar			
	Penghancuran Cangkang Kerang					
Selasa, 16-Agust- 16	Pengambilan Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 14.00	Kendala : -  Solusi : -	
Rabu, 17- Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -  Solusi : -	
Kamis, 18-Agust- 16	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Pada saat pengemixan perbandingan 74: 26 pasta tidak menyatu  Solusi : Menurunkan perbandingan yang digunakan.	 
	Pengetesan XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi	Lab. Energi ITS - Metarulgi Kampus ITS Sukolilo			
	Drop sekam padi dan cangkang kerang ke Pabrik arang	Ilmi, Freizna	Krian			
	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Nandia, Aprilia	kampus ITS Manyar			

<b>Senin, 22-Agust-16</b>	Pengovenan variabel Bottom Ash dan Sandblasting	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8 M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Setting time geopolimer (Fly Ash 12 M) perbandingan molar 0,5					
<b>Selasa, 23-Agust-16</b>	Asistensi bertemu dengan anak ITATS	Paramita, Freizna, Alvi, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 11.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Rabu, 24-Agust-16</b>	Pengujian Setting time geopolimer (Bottom Ash dan Sandblasting) perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Aprilia, Lili, Ratna, Jefri	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> Pengaduk mixer patah <b>Solusi : -</b> Memperbaiki dengan mengelas.	
	Pengambilan Test XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo			
<b>Kamis, 25-Agust-16</b>	Pengujian Setting time geopolimer (Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu) perbandingan molar 0,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Kamis, 08-Sep-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Jum'at, 09-Sep-16</b>	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>	





<b>Selasa, 13-Sep-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash dan sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5				<b>Solusi : -</b>	
	Pengujian Setting Time geopolimer (bottom ash dan sandblasting)					
<b>Kamis, 15-Sep-16</b>	Pengujian Setting Time geopolimer (fly ash 12 M dan 8 M)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Buat penutup kubus					
<b>Senin, 19-Sep-16</b>	Praktikum silinder (fly ash 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Rabu, 21-Sep-16</b>	Asistensi ke Pak sigit	Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 10.00		
<b>Jum'at, 24-Sep-16</b>	Furnance sekam padi dan cangkang kerang	Ilmi , Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> Pengambilan menggunakan motor sehingga sedikit yang dibawa  <b>Solusi : -</b>	
<b>Senin, 26-Sep-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (serbuk kerang dan abu sekam padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Gagal untuk benda uji abu sekam padi 100% dengan perbandingan 74:26	









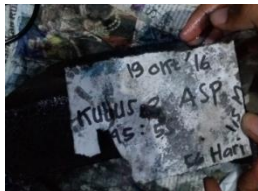
					<b>Solusi :</b> Menurunkan perbandingannya	
<b>Selasa, 27-Sep-16</b>	Pengambilan serbuk kerang dan abu sekam padi ke krian	Ilmi, Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
	Praktikum silinder (serbuk kerang 8M dan abu sekam padi 12M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5	Ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	14.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
<b>Rabu, 28-Sep-16</b>	Praktikum silinder dan uji setting time (serbuk kerang 8M ) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
<b>Kamis, 29-Sep-16</b>	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-1) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 1,5					
<b>Senin, 03-Okt-16</b>	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-2 dan k-3) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 04-Okt-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (sandblast 12Mdan serbuk kerang 8M) umur 28 hari perbandingan aktivator 1,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
	Praktikum kubus geopolimer (bottom ash) umur 56 hari					





	perbandingan molar 1,5 Pelarutan NaOH 12 M dan 8 M Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang 8M) perbandingan aktivator 0,5	Aprilia				
<b>Rabu, 05-Okt-16</b>	Praktikum silinder geopolimer dan setting time (abu sekam padi) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 45:55 1,5 50:50	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
<b>Kamis, 06-Okt-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 Karbit 74:26 Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 80 FA:20 AAT 72 : 28 Pengujian Setting Time geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) - di campur FA	Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Jum'at, 07-Okt-16</b>	Praktikum kubus geopolimer (Sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 Pelarutan NaOH 12M Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 Karbit 74:26 Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 AAT 65:35	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Senin, 10-Okt-16</b>	Praktikum kubus geopolimer (FA 8 M) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 Praktikum silinder geopolimer (Abu sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 ASP Praktikum silinder geopolimer (Abu Ampas Tebu) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 AAT 65:35 - 80 FA:20 AAT 72:28	Aprilia, Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Selasa,</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu	Paramita, Alvi,	kampus ITS	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>	







11-Okt-16	Ampas Tebu) ses. 1	Nandia, Ilmi, Freizna, Rama, Rahmat	Manyar		Solusi : -				
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5								
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5								
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 50 FA:50 SK								
	Praktikum silinder geopolimer (Serbuk Kerang 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5 50 FA:50 SK								
Rabu, 12-Okt-16	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -  Solusi : -	 			
	Praktikum silinder geopolimer (Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 BA								
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) dan surat izin pengujian Kuat Tekan ses. 2								
	Pelarutan NaOH 8M								
	Pengujian Setting Time geopolimer (Bottom Ash) 50 FA:50 BA								
	Praktikum silinder geopolimer (Abu sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 ASP								
Kamis, 13-Okt-16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) dan Perijinan pengujian Kuat Tekan ke S1 Sipil ses. 3	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh survey ke lab. UNESA  Solusi : Survey ke universitas lain				
	Survey Pengujian BET dan SEM-EDX ke Lab. Robotika ITS		Kampus ITS Sukolilo						
	Pembelian Na2SiO3 20 kg	Paramita, Aprilia	Pucang						
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 SK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Friezna, Ilmi, Chadaffi, Ricko	Kampus ITS Manyar						
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 ASP) umur 56 hari perbandingan molar 1,5								





						
<b>Jum'at, 14-Okt-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ses. 4	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Perijinan pengujian Kuat Tekan silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ke S1 Sipil	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
<b>Senin, 17- Okt-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 1	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (FA 8 M dan FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar				
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Selasa, 18-Okt-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 2	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil 110ank e lab. Fisika kimia ITS		Kampus ITS Sukolilo			
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar	Kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					





Rabu, 19-Okt-16	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi, Ricko	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Kubus (50% FA + 50% BA) terlalu encer.  <b>Solusi :</b> Mengecek ulang perbandingan yang digunakan.		
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% ASP ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5						
	Numbuk dan Ngayak Serbuk Kerang, Bottom Ash dan Sandblast						
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M						
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 3						
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [55/45]						
Kamis, 20-Okt-16	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26]	Paramita, Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Chadaffi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>		
	Praktikum silinder geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26] dan ( 80% SB : 20% FA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5						
	Pengujian Setting Time geopolimer (Sandblast) 80SB : 20FA						
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 4						
Sabtu, 22-Okt-16	Pengambilan dan Pembakaran Cangkang kerang dan sekam padi	Ilmi, Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>		
PSenin, 24-Okt-16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>		
	Pesan NaOH dan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>						
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil						
	Pelarutan NaOH 8M	Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar,	Kampus ITS Manyar				
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 1,5						




	Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Ramadhan				
<b>Selasa, 25-Okt-16</b>	Pengujian Kuat Tekan ke lab. Struktur S1 sipil (Fly Ash 0,5 8M, 12 M; 56 hari , Bottom Ash, Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi, Chadaffi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 2					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% SK ) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (Abu Sekam Padi) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Rabu, 26-Okt-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 3	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% SB + 20% FA ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Kamis, 27-Okt-16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 20 kg					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Abu Sekam Padi)					
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8M dan 12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Fly Ash 8M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Fly Ash 12M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					

						
<b>Jum'at, 28-Okt-16</b>	Buka Cetakan Kubus (FA dan Bottom Ash) dan Silinder (FA)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M					
<b>Sabtu, 29- Okt-16</b>	Buka Cetakan Kubus ( 50% FA + 50% LK), ( 50% FA + 50% AAT) dan ( 80% FA + 20% AAT)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
<b>Senin, 31- Okt-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, April ia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Kurniadi, Anwar	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (80% FA+ 20% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					













	Praktikum kubus geopolimer ( FA 12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Selasa, 01-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.1	Paramita,Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum Kubus geopolimer (50% FA+ 50% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum Kubus geopolimer (100% BA) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Rabu, 02-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.2	Paramita,Aprilia, Ilmi, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 20 kg					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% SK) umur 28 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% ASP) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Kamis, 03-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 dan 0,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1	Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian Kuat Tekan (sandblasting,BA dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting, BA dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1	Aprilia, Paramita, Freizna	Kampus ITS Sukolilo			





	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Jum'at, 04-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.2	Freizna, Aprilia, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% SB + 20% FA ) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
<b>Senin, 07- Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.3	Paramita, Aprilia, Freizna, Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum Silinder geopolimer ( 100% Bottom Ash) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 08-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum Silinder geopolimer (50% BA+ 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					






<b>Rabu, 09-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 2	Paramita, Aprilia, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% SB + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Kamis, 10-Nop-16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 3	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 100% FA 8 M dan 12 M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 50% FA : 50% SK 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Jum'at, 11-Nop-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (50 ASP + 50 FA) Umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Buka Cetakan 9kubus FA					
<b>Senin, 14-Nop-16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 50%ASP + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Freizna, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur					







	3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
	Praktikum kubus geopolimer (80% FA+ 20%AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian Setting time FA 8M 1,5 dan 12M 0,5					
	Pengujian Kuat tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 15-Nop-16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 50% SK + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna, Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.1	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar			
<b>Rabu, 16-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.2	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh survey ke lab. UGM.  <b>Solusi :</b> Tanya ke teman UGM.	 
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% BA + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna	Kampus ITS Manyar			
	Survey BET di LAB. MIPA TERPADU UNESA	Alvi, Nandia	Kampus UNESA Ketintang			
<b>Kamis, 17-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.3	Alvi, Nandia, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% AAT + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					







	Praktikum kubus geopolimer ( 20% AAT + 80% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Jum'at, 18-Nop-16</b>	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% LK dan 50% LK+50%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Calibrasi alat permeabilitas tidak sesuai/minus sehingga pengujian molor.	 
	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)		Kampus ITS Sukolilo			
<b>Senin, 21-Nop-16</b>	Pengujian SEM-EDX abu ampas tebu, bottom ash dan sandblasting	Paramita, Freizna, Aprilia, Alvi, Nandia	Gedung Robotika, ITS Sukolilo	10.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	full team	Kampus ITS Manyar			
<b>Selasa, 22-Nop-16</b>	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% AAT, 50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 18.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 3hari gagal karena benda uji tersedot	
	Nimbang FA kubus (12 buah)					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% BA + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Freizna,				






	Praktikum kubus geopolimer (100% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Aprilia,			alat uji/ taktur belum keras.  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (25% FA+ 75% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 Ilmi					
<b>Rabu, 23-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.1	Paramita, Freizna, Aprilia, Ilmi, Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 80% FA + 20% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Kamis, 24-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.2	Paramita, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Komposisi 100% abu sekam padi gagal dalam uji porositas untuk semua umur.  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian SEM-EDX Limbah karbit, abu sekam padi dan serbuk kerang		Kampus ITS Sukolilo Lab. Energi			
<b>Jum'at, 25-Nop-16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 12M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	full team	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.3	Paramita, freizna, aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 28 hari	Alvi, Nandia				






	perbandingan molar 0,5					
<b>Senin, 28-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.1	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Aprilia				
<b>Selasa, 29-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.2	Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	  
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% ASP + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Ilmi, Oncat				
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Nandia				
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (FA12M&FA8M, 50% AAT+50%FA , 50%LK+50%FA, 20% AAT+80%FA, dan 100%SK 0,5) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	full team				
<b>Rabu, 30-Nop-16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.3	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu sekam padi untuk umur 56, 28 dan 3hari	
	Pengujian Permeabilitas dan UPV kubus geopolimer (100%SK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Nandia, Ilmi, Freizna				

	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100%ASP) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 1,5				gagal karena benda uji tersedot alat uji. <b>Solusi : -</b>	
<b>Kamis, 01-Des-16</b>	Pengujian kuat tekan (FA12M&FA8M, 50%AAT+50%FA , 50%LK+50%FA, 20%AAT+80%FA, dan 100%AAT 0,5) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 0,5&1,5	Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	08.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer 100%FA 8M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Freizna, Aprilia	Kampus ITS Manyar			
<b>Jum'at, 02-Des-16</b>	Praktikum kubus geopolimer 100%BA 12M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 28hari gagal karena benda uji tersedot alat uji/ tektur belum keras.  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Alvi				
	Pengujian UPV kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Paramita, Nandia, Alvi				
<b>Senin, 05-Des-16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.1	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 19.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100% AAT 0,5;56hr , 100%LK 0,5;56hr, FA+SB 80:20 0,5;56,28 hr,					



	BA 1,5 ; 3hr dan FA+ASP 1,5;56,3hr)	Paramita, Ilmi, Freizna, Aprilia				
	Praktikum kubus geopolimer ( 100%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50%BA + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) dan (50% FA+ 50% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 06-Des-16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr), (FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan (FA+BA 1,5;3hr) ses.2	Paramita, Alvi, Freizna, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian kuat Tekan FA + BA 1,5;3hr FA+AAT 0,5;3hr		Kampus ITS Sukolilo			
<b>Kamis, 08-Des-16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 2 hr) , (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.3	Alvi, Nandia, Aprilia, Paramita, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% LK/AAT - 25%FA+75%LK/AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 8M & 12M 0,5-28hr, 100%SK 0,5;28hr ,FA+SK 56 hr, FA+SB 28hr, dan FA+ASP 1,5;28hr)					
<b>Jum'at, 09-Des-16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SAB 3hr)	Aprilia , Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Freizna, Alvi,				

	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SK - 25%FA+75%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Aprilia				
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% BA - 25%FA+75%BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi				
<b>Selasa, 13-Des-16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%FA+25% (BA,AAT,LK dan SK) dan 25%FA+75% (BA,AAT, dan LK) -0,5 dan 1,5) 3hari	Paramita, Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100AAT, 100LK - 1,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 0,5;56 hr , 50FA+50AAT/LK 0,5;56hr dan 50FA+50BA 1,5&0,5;3hr)		kampus ITS Manyar			
<b>Kamis, 15-Des-16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%SK+25%FA 0,5;3hr)	Paramita, Ilmi, Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Mix Silinder 75FA+25ASP dan 25FA+75ASP 1,5;3hr					
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5&1,5 ; 56 hr dan FA+SK 0,5;28 hr)					
<b>Senin, 19- Des-16</b>	Mix Kubus geopolimer 50FA+50SK 0,5 ; 3hr	Paramita, Aprilia, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 12M & 8M - 0,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 1,5;56 hr , dan 50FA+50AAT/LK 1,5;56hr )	Alvi, Nandia				

<b>Rabu, 21-Des-16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%SB/ASP+25%FA 0,5;3hr, 75%FA+25%SB/ASP 0,5&1,5;3hr dan 50%FA+50%BA 0,5;56hr)	Paramita, Ilmi, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5;56hr)		kampus ITS Manyar			
<b>Kamis, 22-Des-16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SK 0,5;3hr)	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	 
<b>Jum'at, 23-Des-16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5 dan 1,5 ;56hr)	Paramita, Lili, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	 



- a. Mix Desain komposisi 75% serbuk kerang + 25% fly ash (Bkf 8-0,5)

$$\begin{array}{lcl} \text{Massa bahan} & = & 74\% \begin{array}{l} \nearrow \text{Serbuk kerang} = 75\% \\ \searrow \text{Fly ash} = 25\% \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Aktivator} & = & 26\% \\ \text{Perbandingan} & \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} & = 0.5 \end{array}$$

Benda uji :

$$\text{Silinder} = 2.5 \times 5 \text{ cm}$$

$$\rho \text{ pasta} = 2.4 \text{ gr/cm}^3$$

- 1 Massa 1 silinder binder geopolimer berukuran  $2.5 \times 5 \text{ cm}^2$

$$\begin{array}{lcl} \text{Volume 1 binder} & = & \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ & = & \frac{1}{4} \times \pi \times 2.5^2 \times 5 \\ & = & 24.544 \text{ cm}^3 \\ \text{Massa 1 binder} & = & \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ & = & 2.4 \times 24.544 \\ & = & 58.905 \text{ gram} \\ \text{Massa bahan} & = & 74\% \times \text{massa 1 binder} \\ & = & 74\% \times 58.905 \\ & = & 43.590 \text{ gram} \\ \text{Massa Serbuk kerang} & = & 75\% \times \text{Massa bahan} \\ & = & 75\% \times 43.590 \\ & = & 32.692 \text{ gram} \\ \text{Massa Fly ash} & = & 25\% \times \text{Massa bahan} \\ & = & 25\% \times 43.590 \\ & = & 8.173 \end{array}$$

- 2 Menentukan massa aktivator

$$\begin{array}{lcl} \text{Massa aktivator} & = & 26\% \times \text{massa 1 binder} \\ & = & 26\% \times 58.905 \\ & = & 15.315 \text{ gram} \\ 15.315 \text{ gram} & = & 1.0 \text{ NaOH} + 0.5 \text{ Na}_2\text{SiO}_3 \\ 15.315 \text{ gram} & = & 1.5 \text{ NaOH} \\ \text{Massa NaOH} & = & 15.315 / 1.5 \\ & = & 10.21 \text{ gram} \\ \text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 & = & 5.105 \text{ gram} \end{array}$$

Kebutuhan untuk 1 set mix desain 75% serbuk kerang + 25% fly ash

$$\begin{array}{lcl} \text{Massa serbuk} & = & \text{qty} \times \text{Massa bahan 1 binder} \\ \text{kerang} = \text{Massa fly ash} & = & 6 \times 43.590 \text{ gram} \\ & = & 261.538 \text{ gram} \\ \text{Massa NaOH} & = & \text{qty} \times \text{Massa NaOH 1 binder} \\ & = & 6 \times 10.21 \text{ gram} \\ & = & 61.261 \text{ gram} \\ \text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 & = & \text{qty} \times \text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 \text{ 1 binder} \\ & = & 6 \times 5.105 \text{ gram} \\ & = & 30.631 \text{ gram} \end{array}$$

- b. Mix Desain komposisi 75% *fly ash* + 25% serbuk kerang (Bfk 8-0,5)

$$\begin{array}{lcl} \text{Massa bahan} & = & 74\% \begin{array}{l} \nearrow \text{Serbuk kerang} = 25\% \\ \searrow \text{Fly ash} = 75\% \end{array} \end{array}$$

$$\text{Aktivator} = 26\%$$

$$\text{Perbandingan} \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0.5$$

Benda uji :

$$\text{Silinder} = 2.5 \times 5 \text{ cm}$$

$$\rho \text{ pasta} = 2.4 \text{ gr/cm}^3$$

- 1 Massa 1 silinder binder geopolimer berukuran 2.5 x 5 cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2.5^2 \times 5 \\ &= 24.544 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2.4 \times 24.544 \\ &= 58.905 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa bahan} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 74\% \times 58.905 \\ &= 43.590 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Serbuk kerang} &= 25\% \times \text{Massa bahan} \\ &= 25\% \times 43.590 \\ &= 10.897 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Fly ash} &= 75\% \times \text{Massa bahan} \\ &= 75\% \times 10.897 \\ &= 8.173 \end{aligned}$$

- 2 Menentukan massa aktivator

$$\begin{aligned} \text{Massa aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 26\% \times 58.905 \\ &= 15.315 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$15.315 \text{ gram} = 1.0 \text{ NaOH} + \# \text{ Na}_2\text{SiO}_3$$

$$15.315 \text{ gram} = 1.5 \text{ NaOH}$$

$$\text{Massa NaOH} = 15.315 / 1.5$$

$$= 10.21 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 = 5.105 \text{ gram}$$

Kebutuhan untuk 1 set mix desain 75% fly ash + 25% serbuk kerang

$$\text{Massa serbuk} = \text{qty} \times \text{Massa bahan 1 binder}$$

$$\text{kerang} = \text{Massa fly ash} = 6 \times 43.590 \text{ gram}$$

$$= 261.538 \text{ gram}$$

$$\text{Massa NaOH} = \text{qty} \times \text{Massa NaOH 1 binder}$$

$$= 6 \times 10.21 \text{ gram}$$

$$= 61.261 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 = \text{qty} \times \text{Massa Na}_2\text{SiO}_3 \text{ 1 binder}$$

$$= 6 \times 5.105 \text{ gram}$$

$$= 30.631 \text{ gram}$$



Penulis dengan nama lengkap Freizna Sepvita Restu dilahirkan di Timika, 02 September 1995, merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 011 Jakarta Utara, SMP Negeri 3 Cilacap, kemudian SMA Negeri 1 Jeruklegi. Setelah lulus dari pendidikan Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, Penulis menempuh pendidikan program Diploma III di Universitas Sebelas Maret Surakarta pada tahun 2012. Penulis aktif dalam organisasi mahasiswa HMP D3FT UNS dan lulus dari program Diploma III pada tahun 2015. Pada tahun 2016 penulis mengikuti ujian masuk Lanjut Jenjang Diploma IV Teknik Sipil ITS dan diterima di jurusan Teknik Sipil Bangunan Gedung pada yang terdaftar dengan NRP 3115.040.608.

[freiznasevita@gmail.com](mailto:freiznasevita@gmail.com).